Sitzungsberi... der Preussischen Akademie der Wissenschaf...

Deutsche Akademie der Wissenschaften ...









SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1898.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS JUNI.

STÜCK I—XXXIII MIT EINER TAFEL
UND DEM VERZEICHNISS DER MITGLIEDER AM 1. JANUAR 1898.

BERLIN, 1898.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

INHALT.

	Seite
Verzeichniss der Mitglieder am 1. Januar 1898	1
Koenigsberger: Über die erweiterte Laplace'sche Differentialgleichung für die allgemeine Potentialfunction	5
E. Cohen: Über ein neues Meteoreisen von Ballinoo am Murchisonfluss, Australien	19
Dümmler: Hrabanstudien	24
M. Krüger und G. Salomon: Die Alloxurbasen des Harns	44
Diels: Festrede	51
Bericht über die Sammlung der griechischen Inschriften	76
Bericht über die Sammlung der lateinischen Inschriften	76
Bericht über die Aristoteles-Commentare	77
Bericht über die Prosopographie der römischen Kaiserzeit	78
Bericht über die Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen	78
Bericht über die Ausgabe der Werke Dirichlet's	78
Bericht über das griechische Münzwerk	79
Bericht über die Acta Borussica	79
Bericht über das Historische Institut in Rom	80
Bericht über den Thesaurus linguae latinae	82
Bericht über die Kant-Ausgabe	82
Bericht über das Wörterbuch der aegyptischen Sprache	83
Bericht über die Humboldt-Stiftung	84
Bericht über die Savigny-Stiftung	84
Bericht über die Bopp-Stiftung	85
Bericht über die Eduard Gerhard-Stiftung	85
Bericht über die Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung	85
Bericht der Kirchenväter-Commission für 1897	86
Bericht der Commission für das Rechtswörterbuch für 1897	87
Personalveränderungen	89
Koenigsberger: Über die erweiterte Laplace-Poisson'sche Potentialgleichung. Fortsetzung	93
Fr. Dahl: Die Verbreitung der Thiere auf hoher See. II.	102
Köhler: Die Eroberung Asiens durch Alexander den Grossen und der korinthische Bund	120
Vogel: Einige Bemerkungen über den Kirchhoff'schen Spectralapparat	141
Koenigsberger: Über das erweiterte Princip der Erhaltung der Flächen und dessen Anwendung auf kinetische Potentiale erster Ordnung	148
L. Holborn: Über die Vertheilung des inducirten Magnetismus in Cylindern	159
Schwendener: Über die Formveränderung eines cylindrischen Organs in Folge ungleicher Längenzunahme dreier, ursprünglich longitudinal gestellter Zonen	172
Schwendener: Die Gelenkpolster von *Phaseolus* und *Oxalis* (hierzu Taf. I)	176
Boltzmann: Über vermeintlich irreversibele Strahlungsvorgänge. Dritte Mittheilung	182
Hittorf: Über das elektromotorische Verhalten des Chroms	193
L. Plate: Über primitive Organisationsverhältnisse, Viviparie und Brutpflege bei Chitonen	213

Inhalt.

Seite

Fuchs: Zur Theorie der simultanen linearen partiellen Differentialgleichungen 222
Warburg: Über die Entstehung der Spitzenentladung 236
R. Heymons: Zur Entwickelungsgeschichte der Chilopoden 244
Vahlen: Hermeneutische Bemerkungen zu Aristoteles' Poetik. Fortsetzung 256
Dümmler: Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica 282
Mommsen: Schlussbericht über die Herausgabe der Auctores antiquissimi 287
L. Borchardt: Bericht über die Corrosion des Sandsteinmaterials der Tempelbauten auf Philae . . 291
E. Cohen: Nachtrag zur Beschreibung des Meteoreisens von Beaconsfield 306
Klein: Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie 317
Fr. Johow: Über Ornithophilie in der chilenischen Flora 332
S. Gundelfinger: Über die Entdeckung der doppelten Periodicität und Jacobi's Antheil daran . . 342
L. Schlesinger: Über die Gauss'sche Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels und ihre Beziehungen zur Theorie der elliptischen Modulfunction 346
Möbius: Über den Umfang und die Einrichtung des zoologischen Museums zu Berlin 363
Conze: Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen archaeologischen Instituts . . . 375
Klein: Über einen ausgezeichneten Buntkupfererzkrystall vom Frossnitzgletscher, Gross-Venedigerstock, Tyrol 385
van't Hoff und A. P. Saunders: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. VII. 387
Diels: Über die Gedichte des Empedokles 396
Gerhardt: Über die vier Briefe von Leibniz, die Samuel König in dem Appel au public, Leide MDCCLIII, veröffentlicht hat 419
E. Cohen: Über das Meteoreisen von Cincinnati, Vereinigte Staaten 428
Engelmann: Antrittsrede 431
Waldeyer: Antwort an Hrn. Engelmann 435
Kekule von Stradonitz: Antrittsrede 437
Diels: Antwort an Hrn. Kekule von Stradonitz 440
Mathematische Preisaufgabe der Akademie für 1902 442
Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat 443
Philosophische Preisaufgabe der Akademie für 1901 444
Eduard Gerhard-Stiftung 445

VERZEICHNISS

DER

MITGLIEDER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

AM 1. JANUAR 1898.

I. BESTÄNDIGE SECRETARE.

	Gewählt von der	Datum der Königl. Bestätigung
Hr. *Auwers*	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- *Vahlen*	phil.-hist. -	1893 April 5.
- *Diels*	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- *Waldeyer*	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. ORDENTLICHE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. *Heinrich Kiepert*	1853 Juli 25.
Hr. *Karl Friedr. Rammelsberg*		1855 Aug. 15.
	- *Albrecht Weber*	1857 Aug. 24.
	- *Theodor Mommsen*	1858 April 27.
	- *Adolf Kirchhoff*	1860 März 7.
- *Arthur Auwers*		1866 Aug. 18.
- *Rudolf Virchow*		1873 Dec. 22.
	- *Johannes Vahlen*	1874 Dec. 16.
	- *Eberhard Schrader*	1875 Juni 14.
	- *Alexander Conze*	1877 April 23.
- *Simon Schwendener*		1879 Juli 13.
- *Hermann Munk*		1880 März 10.
	- *Adolf Tobler*	1881 Aug. 15.
	- *Hermann Diels*	1881 Aug. 15.
- *Hans Landolt*		1881 Aug. 15.
- *Wilhelm Waldeyer*		1884 Febr. 18.

Ordentliche Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe	Ordentliche Mitglieder der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung	
	Hr. *Alfred Pernice*	1884	April 9.
	- *Heinrich Brunner*	1884	April 9.
	- *Johannes Schmidt*	1884	April 9.
Hr. *Lazarus Fuchs*		1884	April 9.
- *Franz Eilhard Schulze*		1884	Juni 21.
	- *Otto Hirschfeld*	1885	März 9.
- *Wilhelm von Bezold*		1886	April 5.
	- *Eduard Sachau*	1887	Jan. 24.
	- *Gustav Schmoller*	1887	Jan. 24.
	- *Wilhelm Dilthey*	1887	Jan. 24.
- *Karl Klein*		1887	April 6.
- *Karl Möbius*		1888	April 30.
	- *Ernst Dümmler*	1888	Dec. 19.
	- *Ulrich Köhler*	1888	Dec. 19.
	- *Karl Weinhold*	1889	Juli 25.
- *Adolf Engler*		1890	Jan. 29.
	- *Adolf Harnack*	1890	Febr. 10.
- *Hermann Karl Vogel*		1892	März 30.
- *Wilhelm Dames*		1892	März 30.
- *Hermann Amandus Schwarz*		1892	Dec. 19.
- *Georg Frobenius*		1893	Jan. 14.
- *Emil Fischer*		1893	Febr. 6.
- *Oscar Hertwig*		1893	April 17.
- *Max Planck*		1894	Juni 11.
	- *Karl Stumpf*	1895	Febr. 18.
	- *Erich Schmidt*	1895	Febr. 18.
	- *Adolf Erman*	1895	Febr. 18.
- *Friedrich Kohlrausch*		1895	Aug. 13.
- *Emil Warburg*		1895	Aug. 13.
- *Jakob Heinrich van't Hoff*		1896	Febr. 26.
	- *Reinhold Koser*	1896	Juli 12.
	- *Max Lenz*	1896	Dec. 14.

(Die Adressen der Mitglieder s. S. VII.)

III. AUSWÄRTIGE MITGLIEDER

der physikalisch-mathematischen Classe	der philosophisch-historischen Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. *Robert Bunsen* in Heidelberg		1862 März 3.
- *Charles Hermite* in Paris		1884 Jan. 2.
	Hr. *Otto von Boehtlingk* in Leipzig	1885 Nov. 30.
- *Albert von Kölliker* in Würzburg		1892 März 16.
	- *Eduard Zeller* in Stuttgart	1895 Jan. 14.

IV. EHREN-MITGLIEDER.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl *of Crawford and Balcarres* in Dunecht, Aberdeen	1883 Juli 30.
Hr. *Max Lehmann* in Göttingen	1887 Jan. 24.
- *Ludwig Boltzmann* in Wien	1888 Juni 29.
Se. Majestät *Oskar II.*, König von Schweden und Norwegen	1897 Sept. 14.

V. CORRESPONDIRENDE MITGLIEDER.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl	
Hr. *Ernst Abbe* in Jena	1896	Oct. 29.
- *Alexander Agassiz* in Cambridge, Mass.	1895	Juli 18.
- *Adolf von Baeyer* in München	1884	Jan. 17.
- *Friedrich Beilstein* in St. Petersburg	1888	Dec. 6.
- *Eugenio Beltrami* in Rom	1881	Jan. 6.
- *Eduard van Beneden* in Lüttich	1887	Nov. 3.
- *Otto Bütschli* in Heidelberg	1897	März 11.
- *Stanislao Cannizzaro* in Rom	1888	Dec. 6.
- *Erlin Bruno Christoffel* in Strassburg	1868	April 2.
- *Ferdinand Cohn* in Breslau	1889	Dec. 19.
- *Alfonso Cossa* in Turin	1895	Juni 13.
- *Luigi Cremona* in Rom	1886	Juli 15.
- *Gaston Darboux* in Paris	1897	Febr. 11.
- *Richard Dedekind* in Braunschweig	1880	März 11.
- *Ernst Ehlers* in Göttingen	1897	Jan. 21.
- *Rudolf Fittig* in Strassburg	1896	Oct. 29.
- *Walter Flemming* in Kiel	1893	Juni 1.
- *Edward Frankland* in Reigate, Surrey	1875	Nov. 18.
- *Carl Gegenbaur* in Heidelberg	1884	Jan. 17.
Sir *Archibald Geikie* in London	1889	Febr. 21.
Hr. *Wolcott Gibbs* in Newport, R. I.	1885	Jan. 29.
- *David Gill*, Kgl. Sternwarte am Cap der Guten Hoffnung	1890	Juni 5.
- *Karl Wilhelm von Gümbel* in München	1895	Juni 13.
- *Julius Hann* in Graz	1889	Febr. 21.
- *Franz von Hauer* in Wien	1881	März 3.
- *Wilhelm His* in Leipzig	1893	Juni 1.
- *Wilhelm Hittorf* in Münster	1884	Juli 31.
Sir *Joseph Dalton Hooker* in Sunningdale	1854	Juni 1.
- *William Huggins* in London	1895	Dec. 12.
Lord *Kelvin* in Glasgow	1871	Juli 13.
Hr. *Leo Koenigsberger* in Heidelberg	1893	Mai 4.
- *Carl von Kupffer* in München	1896	April 30.
- *Rudolf Leuckart* in Leipzig	1887	Jan. 20.
- *Franz von Leydig* in Würzburg	1887	Jan. 20.
- *Rudolf Lipschitz* in Bonn	1872	April 18.
- *Moritz Loewy* in Paris	1895	Dec. 12.
- *Éleuthère Mascart* in Paris	1895	Juli 18.
- *Karl Neumann* in Leipzig	1893	Mai 4.

Physikalisch-mathematische Classe.

	Datum der Wahl	
Hr. *Georg Neumayer* in Hamburg	1896	Febr. 27.
- *Simon Newcomb* in Georgetown Heights, D. C.	1883	Juni 7.
- *Max Nöther* in Erlangen	1896	Jan. 30.
- *Wilhelm Pfeffer* in Leipzig	1889	Dec. 19.
- *Eduard Pflüger* in Bonn	1873	April 3.
- *Henri Poincaré* in Paris	1896	Jan. 30.
- *Georg Quincke* in Heidelberg	1879	März 13.
- *William Ramsay* in London	1896	Oct. 29.
Lord *Rayleigh* in Witham, Essex	1896	Oct. 29.
Hr. *Friedrich von Recklinghausen* in Strassburg	1885	Febr. 26.
- *Gustav Retzius* in Stockholm	1893	Juni 1.
- *Ferdinand* Freiherr *von Richthofen* in Berlin	1881	März 3.
- *Wilhelm Konrad Röntgen* in Würzburg	1896	März 12.
- *Heinrich Rosenbusch* in Heidelberg	1887	Oct. 20.
- *George Salmon* in Dublin	1873	Juni 12.
- *Giovanni Virginio Schiaparelli* in Mailand	1879	Oct. 23.
Sir *George Gabriel Stokes* in Cambridge	1859	April 7.
Hr. *Eduard Strasburger* in Bonn	1889	Dec. 19.
- *Otto von Struve* in Karlsruhe	1868	April 2.
- *August Töpler* in Dresden	1879	März 13.
- *Gustav Tschermak* in Wien	1881	März 3.
- *Heinrich Weber* in Strassburg	1896	Jan. 30.
- *August Weismann* in Freiburg i. B.	1897	März 11.
- *Gustav Wiedemann* in Leipzig	1879	März 13.
- *Heinrich Wild* in Zürich	1881	Jan. 6.
- *Alexander William Williamson* in High Pitfold, Haslemere	1875	Nov. 18.
- *Johannes Wislicenus* in Leipzig	1896	Oct. 29.
- *Adolf Wüllner* in Aachen	1889	März 7.
- *Ferdinand Zirkel* in Leipzig	1887	Oct. 20.
- *Karl Alfred von Zittel* in München	1895	Juni 13.

Philosophisch-historische Classe.

Hr. *Wilhelm Ahlwardt* in Greifswald	1888	Febr. 2.
- *Graziadio Isaia Ascoli* in Mailand	1887	März 10.
- *Theodor Aufrecht* in Heidelberg	1864	Febr. 11.
- *Ernst Immanuel Bekker* in Heidelberg	1897	Juli 29.
- *Otto Benndorf* in Wien	1893	Nov. 30.
- *Franz Bücheler* in Bonn	1882	Juni 15.
- *Georg Bühler* in Wien	1878	April 11.
- *Ingram Bywater* in Oxford	1887	Nov. 17.
- *Antonio Maria Ceriani* in Mailand	1869	Nov. 4.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl	
Hr.	*Karl Adolf von Cornelius* in München	1897	Oct. 28.
-	*Edward Byles Cowell* in Cambridge	1893	April 20.
-	*Léopold Delisle* in Paris	1867	April 11.
-	*Heinrich Denifle* in Rom	1890	Dec. 18.
-	*Wilhelm Dittenberger* in Halle	1882	Juni 15.
-	*Louis Duchesne* in Rom	1893	Juli 20.
-	*Bernhard Erdmannsdörffer* in Heidelberg	1897	Oct. 28.
-	*Julius Ficker,* Ritter *von Feldhaus* in Innsbruck	1893	Juli 20.
-	*Kuno Fischer* in Heidelberg	1885	Jan. 29.
-	*Paul Foucart* in Paris	1884	Juli 17.
-	*Karl Immanuel Gerhardt* in Halle a. S.	1861	Jan. 31.
-	*Theodor Gomperz* in Wien	1893	Oct. 19.
-	*Wilhelm von Hartel* in Wien	1893	Oct. 19.
-	*Karl von Hegel* in Erlangen	1876	April 6.
-	*Johann Ludwig Heiberg* in Kopenhagen	1896	März 12.
-	*Antoine Héron de Villefosse* in Paris	1893	Febr. 2.
-	*Hermann von Holst* in Chicago	1889	Juli 25.
-	*Théophile Homolle* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Friedrich Imhoof-Blumer* in Winterthur	1879	Juni 19.
-	*Vratoslav Jagić* in Wien	1880	Dec. 16.
-	*Karl Justi* in Bonn	1893	Nov. 30.
-	*Panagiotis Kabbadias* in Athen	1887	Nov. 17.
-	*Georg Kaibel* in Göttingen	1891	Juni 4.
-	*Franz Kielhorn* in Göttingen	1880	Dec. 16.
-	*Georg Friedrich Knapp* in Strassburg	1893	Dec. 14.
-	*Sigismund Wilhelm Koelle* in London	1855	Mai 10.
-	*Stephanos Kumanudes* in Athen	1870	Nov. 3.
-	*Basil Latyschew* in St. Petersburg	1891	Juni 4.
-	*Giacomo Lumbroso* in Rom	1874	Nov. 12.
-	*Gaston Maspero* in Paris	1897	Juli 15.
-	*Konrad von Maurer* in München	1889	Juli 25.
-	*Adolf Michaelis* in Strassburg	1888	Juni 21.
-	*Max Müller* in Oxford	1865	Jan. 12.
-	*Theodor Nöldeke* in Strassburg	1878	Febr. 14.
-	*Julius Oppert* in Paris	1862	März 13.
-	*Gaston Paris* in Paris	1882	April 20.
-	*Georges Perrot* in Paris	1884	Juli 17.
-	*Wilhelm Pertsch* in Gotha	1888	Febr. 2.
-	*Wilhelm Radloff* in St. Petersburg	1895	Jan. 10.
-	*Félix Ravaisson* in Paris	1847	Juni 10.
-	*Otto Ribbeck* in Leipzig	1896	Juli 16.
-	*Emil Schürer* in Göttingen	1893	Juli 20.
-	*Theodor von Sickel* in Rom	1876	April 6.

Philosophisch-historische Classe.

		Datum der Wahl
Hr. *Christoph von Sigwart* in Tübingen	1885	Jan. 29.
- *Friedrich von Spiegel* in München	1862	März 13.
- *William Stubbs* in Oxford	1882	März 30.
Sir *Edward Maunde Thompson* in London	1895	Mai 2.
Hr. *Hermann Usener* in Bonn	1891	Juni 4.
- *Girolamo Vitelli* in Florenz	1897	Juli 15.
- *Curt Wachsmuth* in Leipzig	1891	Juni 4.
- *Heinrich Weil* in Paris	1896	März 12.
- *Ulrich von Wilamowitz-Möllendorff* in Westend, Berlin	1891	Juni 4.
- *Ludwig Wimmer* in Kopenhagen	1891	Juni 4.
- *Ferdinand Wüstenfeld* in Hannover	1879	Febr. 27.
- *Karl Zangemeister* in Heidelberg	1887	Febr. 10.

WOHNUNGEN DER ORDENTLICHEN MITGLIEDER.

Hr. Dr. *Auwers*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lindenstr. 91. SW.
- - *von Bezold*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützowstr. 72. W.
- - *Brunner*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Lutherstr. 36. W.
- - *Conze*, Professor, Villen-Colonie Grunewald, Wangenheimstr. 17.
- - *Dames*, Professor, Fasanenstr. 82. W.
- - *Diels*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Magdeburgerstr. 20. W.
- - *Dilthey*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Burggrafenstr. 4. W.
- - *Dümmler*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Königin Augusta-Str. 53. W.
- - *Engler*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Motzstr. 89. W.
- - *Erman*, Professor, Südende, Bahnstr. 21.
- - *Fischer*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Dorotheenstr. 10. NW.
- - *Frobenius*, Professor, Charlottenburg, Leibnizstr. 70.
- - *Fuchs*, Professor, Rankestr. 14. W.
- - *Harnack*, Professor, Fasanenstr. 43. W.
- - *Hertwig*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Maassenstr. 34. W.
- - *Hirschfeld*, Professor, Charlottenburg, Carmerstr. 3.
- - *van't Hoff*, Professor, Charlottenburg, Uhlandstr. 2.
- - *Kiepert*, Professor, Lindenstr. 11. SW.
- - *Kirchhoff*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 23. W.
- - *Klein*, Prof., Geh. Bergrath, Am Karlsbad 2. W.
- - *Köhler*, Professor, Königin Augusta-Str. 42. W.
- - *Kohlrausch*, Professor, Charlottenburg, Marchstr. 25b.

Hr. Dr. *Koser*, Prof., Geh. Ober-Regierungs-Rath, Director der Königl. Staatsarchive und des Geheimen Staatsarchivs, Charlottenburg, Hardenbergstr. 20.
- - *Landolt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Albrechtstr. 14. NW.
- - *Lenz*, Professor, Augsburgerstr. 52. W.
- - *Möbius*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Sigismundstr. 8. W.
- - *Mommsen*, Professor, Charlottenburg, Marchstr. 8.
- - *Munk*, Professor, Matthäikirchstr. 4. W.
- - *Pernice*, Prof., Geh. Justiz-Rath, Genthinerstr. 13[F]. W.
- - *Planck*, Professor, Tauentzienstr. 18[a]. W.
- - *Rammelsberg*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Gross-Lichterfelde, Bellevuestr. 15.
- - *Sachau*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Wormserstr. 12. W.
- - *Erich Schmidt*, Professor, Matthäikirchstr. 8. W.
- - *Joh. Schmidt*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Lützower Ufer 24. W.
- - *Schmoller*, Professor, Wormserstr. 13. W.
- - *Schrader*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Kronprinzen-Ufer 20. NW.
- - *Schulze*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Invalidenstr. 43. NW.
- - *Schwarz*, Professor, Villen-Colonie Grunewald, Boothstr. 33.
- - *Schwendener*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Matthäikirchstr. 28. W.
- - *Stumpf*, Professor, Nürnbergerstr. 14/15. W.
- - *Tobler*, Professor, Kurfürstendamm 25. W.
- - *Vahlen*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Genthinerstr. 22. W.
- - *Virchow*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Schellingstr. 10. W.
- - *Vogel*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium.
- - *Waldeyer*, Prof., Geh. Medicinal-Rath, Lutherstr. 35. W.
- - *Warburg*, Professor, Neue Wilhelmstr. 16. NW.
- - *Weber*, Professor, Ritterstr. 56. SW.
- - *Weinhold*, Prof., Geh. Regierungs-Rath, Hohenzollernstr. 15. W.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

6. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Dilthey las Über den Plato Schleiermacher's.

Er erörtert die geschichtlichen Bedingungen des gemeinsamen Plato-Unternehmens von Friedrich Schlegel und Schleiermacher und den Verlauf desselben, versucht die Theorie Friedrich Schlegel's aus neuen Quellen wiederherzustellen, und handelt schliesslich von dem dauernden Werth der Plato-Theorie Schleiermacher's.

2. Der Vorsitzende legte vor: Ammonius in Aristotelis de interpretatione commentarius ed. A. Busse. G. Reimer. Berlin 1887.

3. Hr. G. Darboux in Paris, Correspondent der Akademie, sandte ein: Leçons sur les systèmes orthogonaux et les coordonnées curvilignes. I. Paris 1898.

4. Die philosophisch-historische Classe hat Hrn. Prof. Dr. Burdach in Halle a. S. zu Untersuchungen über Ursprung und Ausbildung der neuhochdeutschen Schriftsprache 600 Mark bewilligt.

Die Akademie hat am 13. December 1897 das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Francesco Brioschi in Mailand durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 20. Januar.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

1898.

II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. Kohlrausch las über die Beweglichkeit der Ionen in verdünnter wässriger Lösung.

Für den Zustand unendlicher Verdünnung wurden Zahlen für die Beweglichkeiten aller bisher untersuchter ein- oder zweiwerthiger Ionen mitgetheilt, die sowohl das Leitvermögen der Lösung befriedigend darstellen, wie sie sich den Wanderungsverhältnissen anschliessen, die man für verdünnte Lösungen kennt oder vermuthen darf. Für Concentrationen bis zu etwa $^1/_{10}$ normal wurde gezeigt, wie man die Ionenbeweglichkeit aus derjenigen für unendliche Verdünnung ableiten kann. Dabei ergeben sich in der Anwendung auf einwerthige Ionen sehr einfache Beziehungen mit befriedigender Bestätigung durch die beobachteten Leitvermögen und Wanderungsverhältnisse. Zweiwerthige Ionen, besonders in ihrer Verbindung mit einander, verhalten sich weniger einfach.

2. Hr. Koenigsberger, correspondirendes Mitglied, übersendet eine Mittheilung über die erweiterte Laplace'sche Differentialgleichung für die allgemeine Potentialfunction.

Der Verfasser gibt für solche Functionen W, welche von der Entfernung und den nach der Zeit genommenen ν ersten Ableitungen derselben abhängen, eine Transformation des dem Laplace'schen ΔW analogen Ausdrucks auf eine nur von den $r, r', \ldots$ abhängige Zusammensetzung der partiellen Differentialquotienten und wird so zu der partiellen Differentialgleichung für die allgemeine Potentialfunction geführt.

3. Hr. Möbius legte eine zweite Mittheilung des Hrn. Prof. Fried. Dahl in Kiel über die Verbreitung der Thiere auf hoher See vor. (Ersch. später.)

Die Verbreitung der Hochseeorganismen und die Ansammlung grosser Massen derselben an gewissen Stellen in denselben Jahreszeiten hängt ab von den physikalischen Eigenschaften des Meeres. Sogenannte Thierschwärme scheinen besonders durch verschieden gerichtete, Wirbel bildende Strömungen zu entstehen. Thiere, welche über die Wasserfläche emporragen (Siphonophoren), stehen unter dem Einflusse des Windes. Fliegende Fische treten nur da häufig auf, wo das Wasser tief, rein und nicht unter 25° C. warm ist. Seeschlangen leben in flachen Küstenmeeren, deren Temperatur nicht unter 28° sinkt.

---

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

4. Hr. Klein überreichte eine Mittheilung des Hrn. Prof. E. Cohen in Greifswald: Über ein neues Meteoreisen von Ballinoo am Murchisonfluss, Australien.

Das neue Meteoreisen gehört zu den oktaëdrischen Eisen mit feinsten Lamellen, also zu der Abtheilung der oktaëdrischen Meteoreisen, die bis jetzt die wenigsten Vertreter hat. Es besteht aus 96.81 Procent Nickeleisen, 3.11 Procent Schreibersit und 0.08 Procent Schwefeleisen.

5. Hr. Schulze legte eine in den Zoologischen Jahrbüchern 1897 veröffentlichte Abhandlung des Reisenden der Humboldt-Stiftung Hrn. Dr. L. Plate vor: Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen.

Über die erweiterte Laplace'sche Differentialgleichung für die allgemeine Potentialfunction.

Von Leo Koenigsberger.

Für den Fall, dass eine auf einen Punkt wirkende Kraft nur von dessen Coordinaten und nicht von den Ableitungen derselben abhängt, sagt man bekanntlich, dieselbe besitze eine Kräftefunction, wenn eine Function der Coordinaten existirt, welche nach eben diesen abgeleitet die bez. Kraftcomponenten liefert, und es zeigt sich, dass, wenn die von einem Centrum a, b, c ausgehende Kraft eine beliebige Function $f(r)$ der Entfernung r desselben von dem beeinflussten Punkte x, y, z ist, stets eine Kräftefunction existirt, da

$$V = \int f(r)\,dr$$

die Eigenschaft besitzt, dass

$$\frac{\partial V}{\partial x} = f(r)\frac{\partial r}{\partial x} = X, \quad \frac{\partial V}{\partial y} = Y, \quad \frac{\partial V}{\partial z} = Z$$

ist, während sich für die zweiten partiellen Differentialquotienten, solange r sich nicht der Null nähert, die Differentialgleichung

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r}$$

ergiebt. Hat man nun eine endliche oder unendliche Anzahl solcher Centren, so bildet die Summe der einzelnen Kräftefunctionen wieder eine Kräftefunction, und damit die obige partielle Differentialgleichung für alle einzelnen, also auch für die gesammte Kräftefunction dieselbe bleibe und die rechte Seite somit nicht mehr von den verschiedenen Entfernungen abhänge, muss

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r} = a^2 V$$

sein, worin a eine Constante bedeutet, also

$$V = c_1\frac{e^{ar}}{r} + c_2\frac{e^{-ar}}{r}.$$

und es ergiebt sich somit die Gültigkeit der Differentialgleichung

$$\Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = a^2 V$$

für beliebige Massencontinua, die der Bedingung $r > 0$ genügen, und für $a = 0$ die Gültigkeit der LAPLACE'schen Gleichung

$$(2) \qquad \Delta V = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

nur für den Fall des NEWTON'schen Attractionsgesetzes also nur für das Potential[1].

Nachdem sich in der Gleichung (1) gezeigt, dass für eine beliebige Function V von r die Grösse ΔV sich als reine Function von r ausdrücken lässt, wird es, um die folgende Untersuchung in voller Allgemeinheit durchführen zu können, nöthig sein, die Frage zu untersuchen, ob es noch andere Functionen R von x, y, z als r giebt, für welche

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial z}\right)^2, \text{ sowie } \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial z^2}$$

reine Functionen von R sind, so dass sich für jede Function

$$U = F(R)$$

vermöge der Beziehungen

$$\frac{\partial U}{\partial x} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial R}{\partial x}, \quad \frac{\partial U}{\partial y} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial R}{\partial y}, \quad \frac{\partial U}{\partial z} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial R}{\partial z},$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial R^2}\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial^2 R}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial R^2}\left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2,$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \frac{\partial F}{\partial R}\frac{\partial^2 R}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 F}{\partial R^2}\left(\frac{\partial R}{\partial z}\right)^2$$

---

[1] Ich bemerke des Folgenden wegen, dass, weil

$$\Delta\Delta V = \frac{\partial^2}{\partial r^2}\left(\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{2}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r}\right)$$

ist, diejenigen Functionen V, welche der Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{c}{r} + c_1$$

genügen, also die Form haben

$$V = \frac{C}{r} + C_1 + \frac{c}{2}r + \frac{c_1}{6}r^2,$$

die Differentialgleichung

$$\Delta\Delta V = 0$$

befriedigen, und dass sich somit für Potentiale, welche sich vom NEWTON'schen um ganze Functionen von r unterscheiden, partielle Differentialgleichungen von der Form $\Delta^n V = 0$ aufstellen lassen.

in der Differentialbeziehung

$$\Delta U = \frac{\partial^2 F}{\partial R^2}\left(\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial z}\right)^2\right) + \frac{\partial F}{\partial R}\left(\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial z^2}\right)$$

die rechte Seite wiederum als reine Function von R darstellt.

Setzen wir

(3) $$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial z}\right)^2 = \phi(R)$$

(4) $$\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial z^2} = \psi(R),$$

worin wir $\phi(R)$ als eine willkürlich gegebene Function von R annehmen, so wird für

$$\xi = x + ay + bz$$

die Function

$$R = f(\xi)$$

der Differentialgleichung (3) genügen, wenn

$$f'(\xi)^2(1 + a^2 + b^2) = \phi(f(\xi))$$

oder

$$d\xi = \sqrt{1 + a^2 + b^2} \cdot \frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}$$

also

(5) $$x + ay + bz + c = \sqrt{1 + a^2 + b^2}\int \frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}$$

ist, welche Gleichung das vollständige Integral der partiellen Differentialgleichung (3) darstellt, und R als eine Function der linearen Verbindung der Coordinaten $x + ay + bz + c$ ergiebt. Da aber ferner durch partielle Differentiation der Gleichung (5) nach x, y, z die Beziehungen

$$\frac{\partial R}{\partial x} = \frac{\sqrt{\phi(R)}}{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}, \quad \frac{\partial R}{\partial y} = \frac{a\sqrt{\phi(R)}}{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}, \quad \frac{\partial R}{\partial z} = \frac{b\sqrt{\phi(R)}}{\sqrt{1 + a^2 + b^2}}$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial x^2} = \frac{\phi'(R)}{2(1 + a^2 + b^2)}, \quad \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} = \frac{a^2\phi'(R)}{2(1 + a^2 + b^2)}, \quad \frac{\partial^2 R}{\partial z^2} = \frac{b^2\phi'(R)}{2(1 + a^2 + b^2)}$$

folgen, so erkennt man, dass das vollständige Integral von (3) auch die partielle Differentialgleichung (4) befriedigt, wenn $\psi(R) = \frac{1}{2}\phi'(R)$ ist, und dass somit zunächst jede Function der Form

$$R = F(x + ay + bz + c),$$

worin a, b, c willkürliche Constanten bedeuten, die Grössen

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial z}\right)^2 \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial z^2}$$

zu reinen Functionen von R machen, wobei, wenn R aus der Gleichung (5) als Function von $x+ay+bz+c$ bestimmt wird, $\phi(R)$ willkürlich festgesetzt werden darf und $\psi(R)=\frac{1}{2}\phi'(R)$ ist.

Wir müssen aber nun auch die allgemeinen Integrale der Differentialgleichung (3) in Betracht ziehen, und es wird genügen, die Untersuchung an dieser Stelle für zwei unabhängige Variable durchzuführen. Da für die Differentialgleichung

$$(6) \qquad \left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2=\phi(R)$$

sich das vollständige Integral in der Form darstellt

$$(7) \qquad x+ay+c-\sqrt{1+a^2}\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}=0,$$

so erhält man bekanntlich das allgemeine Integral von (6), wenn man für eine willkürliche Function $w(a)$ die Grösse a zwischen den Gleichungen

$$(8) \qquad x+ay+w(a)-\sqrt{1+a^2}\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}=0$$

$$(9) \quad y+w'(a)-\frac{a}{\sqrt{1+a^2}}\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}=0 \text{ oder } y-ax-aw(a)+(1+a^2)w'(a)=0$$

eliminirt. Da sich nun aus (8) vermöge (9)

$$(10) \qquad \left\{\begin{aligned} &1-\sqrt{1+a^2}\frac{1}{\sqrt{\phi(R)}}\frac{\partial R}{\partial x}=0\\ &a-\sqrt{1+a^2}\frac{1}{\sqrt{\phi(R)}}\frac{\partial R}{\partial y}=0,\end{aligned}\right.$$

also durch nochmalige Differentiation nach x und y vermöge der Gleichungen (10)

$$-\frac{a\frac{\partial a}{\partial x}}{1+a^2}-\sqrt{1+a^2}\left\{-\frac{1}{2}\frac{\phi'(R)}{\phi(R)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2+\frac{1}{\sqrt{\phi(R)}}\frac{\partial^2 R}{\partial x^2}\right\}=0$$

$$\frac{\partial a}{\partial y}-\frac{a^2\frac{\partial a}{\partial y}}{1+a^2}-\sqrt{1+a^2}\left\{-\frac{1}{2}\frac{\phi'(R)}{\phi(R)^{\frac{3}{2}}}\left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2+\frac{1}{\sqrt{\phi(R)}}\frac{\partial^2 R}{\partial y^2}\right\}=0$$

ergiebt, so wird durch Addition, wenn auch die Gleichung

$$(11) \qquad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 R}{\partial y^2}=\psi(R)$$

befriedigt werden soll,

$$(12)\qquad \frac{\dfrac{\partial a}{\partial y} - a\dfrac{\partial a}{\partial x}}{(1+a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{\psi(R) - \frac{1}{2}\phi'(R)}{\sqrt{\phi(R)}} = \Omega(R),$$

die linke Seite also eine reine Function von R werden müssen. Da aber die Differentiation der zweiten Form der Gleichung (9) nach x und y die Beziehungen

$$\frac{\partial a}{\partial x} = \frac{-a}{x + \omega(a) - a\omega'(a) - (1+a^2)\omega''(a)}$$

$$\frac{\partial a}{\partial y} = \frac{1}{x + \omega(a) - a\omega'(a) - (1+a^2)\omega''(a)}$$

liefert, so verlangt die Gleichung (12), dass

$$(13)\qquad \frac{1}{\sqrt{1+a^2}}\,\frac{1}{x + \omega(a) - a\omega'(a) - (1+a^2)\omega''(a)} = \Omega(R)$$

ist[1]. Da aber die Gleichung (8) vermöge (9) in die Form gesetzt werden kann

$$\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}} = \sqrt{1+a^2}\left(x + \omega(a) - a\omega'(a)\right).$$

---

[1] Für den Fall von drei unabhängigen Variabeln, in welchem das allgemeine Integral der partiellen Differentialgleichung (3) nach (5) durch Elimination von a und b aus den drei Gleichungen

$$(A)\quad \begin{cases} x + ay + bz + \omega(a,b) - \sqrt{1+a^2+b^2}\displaystyle\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}} = 0 \\ y - ax + (1+a^2)\dfrac{\partial\omega}{\partial a} + ab\dfrac{\partial\omega}{\partial b} - a\omega = 0 \\ z - bx + ab\dfrac{\partial\omega}{\partial a} + (1+b^2)\dfrac{\partial\omega}{\partial b} - b\omega = 0 \end{cases}$$

hervorgeht, folgt genau ebenso, wenn zur Abkürzung

$$\sqrt{1+a^2+b^2}\left(x + \omega - a\frac{\partial\omega}{\partial a} - b\frac{\partial\omega}{\partial b}\right) = X$$

gesetzt wird, die zu (13) analoge Gleichung

$$\frac{2X - \left[(1+a^2)\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a^2} + 2ab\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a\partial b} + (1+b^2)\dfrac{\partial^2\omega}{\partial b^2}\right]\sqrt{1+a^2+b^2}}{-X\left[(1+a^2)\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a^2} + 2ab\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a\partial b} + (1+b^2)\dfrac{\partial^2\omega}{\partial b^2}\right]\sqrt{1+a^2+b^2} - (1+a^2+b^2)^2\left[\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a^2}\dfrac{\partial^2\omega}{\partial b^2} - \left(\dfrac{\partial^2\omega}{\partial a\partial b}\right)^2\right]} = \Omega(R),$$

worin R, da die erste der Gleichungen (A) vermöge der zweiten und dritten sich in die Form setzen lässt

$$\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}} = \sqrt{1+a^2+b^2}\left(x + \omega - a\frac{\partial\omega}{\partial a} - b\frac{\partial\omega}{\partial b}\right),$$

wieder eine reine Function von X ist.

so ergiebt sich R als eine Function des Arguments

$$\sqrt{1+a^2}\Big(x+\omega(a)-a\omega'(a)\Big)$$

und somit nach (13)

$$(1+a^2)^{\frac{3}{2}}\omega''(a)=\Omega_1\Big[\sqrt{1+a^2}\,\Big(x+\omega(a)-a\omega'(a)\Big)\Big],$$

woraus für jede Wahl von $\omega(a)$ die Grösse a selbst als reine Function von x folgen würde, während die zweite Form der Gleichung (9) a als Function von x und y liefert. Es muss daher, wenn eine Gleichung der Form (11) bestehen soll, $\omega''(a)=0$, also

$$\omega(a)=\alpha a+\beta \tag{14}$$

sein, worin α und β Constanten sind, und vermöge (13)

$$\Omega(R)=\frac{1}{\displaystyle\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}},$$

und somit nach (12)

$$\psi(R)=\tfrac{1}{2}\phi'(R)+\frac{\sqrt{\phi(R)}}{\displaystyle\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}}. \tag{15}$$

Vermöge (14) gehen nun die Gleichungen (8) und (9) in

$$x+\beta+a(y+\alpha)=\sqrt{1+a^2}\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}$$

$$y+\alpha-a(x+\beta)=0$$

über, woraus sich durch Elimination von a das den Gleichungen (6) und (11) gemeinsame Integral

$$\int\frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}=\sqrt{(x+\beta)^2+(y+\alpha)^2} \tag{16}$$

ergiebt, worin $\phi(R)$ eine beliebige Function von R, und $\psi(R)$ durch die Gleichung (15) bestimmt ist, und wir erhalten somit das nachfolgende Theorem:

Alle Functionen R von x und y, welche die Ausdrücke

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 \quad \text{und} \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 R}{\partial y^2}$$

zu reinen Functionen von R machen, sind in den beiden Formen enthalten

$$R=F(x+ay+c) \quad \text{und} \quad R=F\{\sqrt{(x+\beta)^2+(y+\alpha)^2}\},$$

worin F eine beliebige Function, a, c, α, β willkürliche Constanten bedeuten, und zwar wird dann

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 = (1+a^2)F'^2, \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} = (1+a^2)F''$$

und

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 = F'^2, \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} = F'' + \frac{F'}{\sqrt{(x+\beta)^2+(y+\alpha)^2}},$$

oder es bestehen für eine willkürlich gegebene Function $\phi(R)$ im ersten Falle die beiden Beziehungen

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 = \phi(R), \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} = \frac{1}{2}\phi'(R),$$

im zweiten

$$\left(\frac{\partial R}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial y}\right)^2 = \phi(R), \quad \frac{\partial^2 R}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 R}{\partial y^2} = \frac{1}{2}\phi'(R) + \frac{\sqrt{\phi(R)}}{\int \frac{dR}{\sqrt{\phi(R)}}}.$$

Nach diesen Auseinandersetzungen gehe ich zur Untersuchung der allgemeinen Potentialfunction über und werde sagen, eine auf einen Punkt mit den Coordinaten x, y, z wirkende Kraft, welche von den Coordinaten und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen abhängig ist, besitzt eine Kräftefunction, wenn eine Function W der Coordinaten x, y, z und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin existirt, für welche die Ausdrücke

$$\frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial W}{\partial x''} - \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial y} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial y'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial W}{\partial y''} - \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial y^{(\nu)}}$$

$$\frac{\partial W}{\partial z} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial z'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial W}{\partial z''} - \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial z^{(\nu)}}$$

die nach drei Coordinatenaxen genommenen Kraftcomponenten liefern.

Es soll nun zunächst gefragt werden, ob, wenn die von einem Centrum a, b, c ausgehende Kraft nur von der Entfernung r und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen abhängt, stets, wie es oben der Fall war, eine Kräftefunction existirt. Man sieht aber aus der von mir früher bewiesenen[1] Relation

[1] Sitzungsberichte 1896, S. 902.

$$\frac{\partial W}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial x'} + \ldots + (-1)^{\nu}\frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}}\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}} = \left(\frac{\partial W}{\partial r} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial r'} + \ldots + (-1)^{\nu}\frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}}\frac{\partial W}{\partial r^{(\nu)}}\right)\frac{\partial r}{\partial x}$$

und den entsprechenden für y und z, dass die als Function von r und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen gegebene Kraft $f(r, r', r'', \ldots)$ sich in die Form setzen lassen muss

$$(17) \quad f(r, r', r'', \ldots) = \frac{\partial W}{\partial r} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial r'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial W}{\partial r''} - \ldots + (-1)^{\nu}\frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}}\frac{\partial W}{\partial r^{(\nu)}},$$

wofür ich die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen angegeben habe[1]; so wird, wenn die Kraft nur von r und dessen erster und zweiter Ableitung abhängt, sich die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass eine Function W von r und r' bestimmbar ist, welche der Gleichung

$$f(r, r', r'') = \frac{\partial W}{\partial r} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial r'}$$

genügt, nach Gleichung (17), S. 322 meiner Arbeit, wenn, wie es sein muss,

$$f(r, r', r'') = f_0(r, r') + f_1(r, r') \cdot r''$$

gesetzt wird, in der Form ergeben

$$\frac{\partial f_0}{\partial r'} = r'\frac{\partial f_1}{\partial r},$$

welche in der That für die Kraft des Weber'schen Gesetzes

$$f(r, r', r'') = -\frac{mm_1}{r^2} + \frac{mm_1}{r^2}\frac{r'^2}{c^2} - \frac{2mm_1}{c^2 r}r'',$$

deren Kräftefunction

$$W = \frac{mm_1}{r}\left(1 + \frac{r'^2}{c^2}\right)$$

ist, erfüllt wird.

Ich gehe nunmehr zur Aufstellung der der Gleichung (1) analogen Transformation eines Differentialausdrucks der allgemeinen Kräftefunction über, die unmittelbar auf die erweiterte Laplace'sche Gleichung führen wird, und darf mich nunmehr nach den obigen Auseinandersetzungen ebenso wie für die Gleichung (1) auf solche Kräftefunctionen beschränken, welche Functionen der Entfernung r und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen sind.

Sei also

$$W = F(r, r', r'', \ldots r^{(\nu)})$$

eine willkürlich gegebene Function von r und dessen nach t genom-

[1] »Über die Principien der Mechanik«, Journ. f. Mathem. Bd. CXVIII. S. 317.

menen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin, so ist bei Berücksichtigung der von mir erwiesenen[1] Beziehung

(18) $$\frac{\partial R^{(\rho)}}{\partial x^{(\lambda)}} = \frac{\rho(\rho-1)\ldots(\rho-\lambda+1)}{1\cdot 2\ldots\lambda}\frac{\partial R^{(\rho-\lambda)}}{\partial x},$$

worin R eine beliebige Function von $t, x, y, z, \ldots$ bedeutet,

$$\frac{\partial W}{\partial x^{(\nu)}} = \frac{\partial W}{\partial r^{(\nu)}}\frac{\partial r}{\partial x}, \qquad \frac{\partial^2 W}{\partial x^{(\nu)2}} = \frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu)2}}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2$$

und somit

(19) $$\frac{\partial^2 W}{\partial x^{(\nu)2}} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^{(\nu)2}} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^{(\nu)2}} = \frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu)2}};$$

ferner

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^{(\nu-1)}\partial x^{(\nu)}} = \frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu-1)}\partial r^{(\nu)}}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2 + \nu\frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu)2}}\frac{\partial r}{\partial x}\frac{\partial r'}{\partial x} \qquad (\text{für } \nu > 1),$$

und da

$$\frac{\partial r}{\partial x}\frac{\partial r'}{\partial x} + \frac{\partial r}{\partial y}\frac{\partial r'}{\partial y} + \frac{\partial r}{\partial z}\frac{\partial r'}{\partial z} = 0$$

ist,

(20) $$\frac{\partial^2 W}{\partial x^{(\nu-1)}\partial x^{(\nu)}} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^{(\nu-1)}\partial y^{(\nu)}} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^{(\nu-1)}\partial z^{(\nu)}} = \frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu-1)}\partial r^{(\nu)}},$$

während sich für $\nu = 1$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x\partial x'} = \frac{\partial^2 W}{\partial r\partial r'}\left(\frac{\partial r}{\partial x}\right)^2 + \frac{\partial^2 W}{\partial r'^2}\frac{\partial r}{\partial x}\frac{\partial r'}{\partial x} + \frac{\partial W}{\partial r'}\frac{\partial^2 r}{\partial x^2},$$

also

(21) $$\frac{\partial^2 W}{\partial x\partial x'} + \frac{\partial^2 W}{\partial y\partial y'} + \frac{\partial^2 W}{\partial z\partial z'} = \frac{\partial^2 W}{\partial r\partial r'} + \frac{2}{r}\frac{\partial W}{\partial r'}$$

ergiebt.

Würde man nun wie oben die Gleichungen (19) oder (20), (21) als Transformationsgleichungen betrachten, so müsste, um wieder die Differentialgleichung der Kräftefunction einer endlichen oder unendlichen Anzahl von Centren für einen ausserhalb der Massen gelegenen Punkt zu erhalten, die rechte Seite der obigen Gleichungen verschwinden, und somit für die Gleichung (19) W eine lineare Function von $r^{(\nu)}$ sein, für (20) in W $r^{(\nu-1)}$ mit $r^{(\nu)}$ nicht verbunden vorkommen dürfen[2] und endlich für die Gleichung (21) sich W in der Form ergeben

$$W = \phi(r) + \frac{\psi(r')}{r^2},$$

[1] Sitzungsberichte 1896. S. 900.

[2] »Über die Principien der Mechanik«. Journ. f. Mathem. Bd. CXVIII. S. 317.

worin ϕ und ψ beliebige Functionen bedeuten. Man sieht, dass die Kräftefunction des WEBER'schen Gesetzes $W = \frac{mm_1}{r}\left(1 + \frac{r'^2}{c^2}\right)$ keine dieser drei Bedingungen befriedigt, und dass also das Analogon zur LAPLACE'schen Gleichung in einer anderen Form gesucht werden muss.

Sei nun W — um gleich von vornherein die Fälle auszuschliessen, in denen dasselbe für endliche Werthe der Ableitungen der Entfernung unendlich gross werden kann — eine ganze Function von $r', r'', \ldots r^{(\nu)}$, in welche r selbst beliebig eintreten mag, so wird, wenn diese Function in Bezug auf $r^{(\nu)}$ von paarem Grade $2k$ ist und

$$\frac{\partial^2}{\partial x^{(\nu)^2}} + \frac{\partial^2}{\partial y^{(\nu)^2}} + \frac{\partial^2}{\partial z^{(\nu)^2}} \text{ mit } \Delta_{\nu\nu}$$

bezeichnet wird, nach Gleichung (19)

$$\Delta_{\nu\nu} W = \frac{\partial^2 W}{\partial r^{(\nu)^2}}$$

in Bezug auf $r^{(\nu)}$ vom $2k-2^{\text{ten}}$ Grade sein, somit der k-fach iterirte Ausdruck

$$(22) \qquad \Delta_{\nu\nu}^k W = V$$

die Grösse $r^{(\nu)}$ gar nicht mehr enthalten, und zwar der Coefficient von $r^{(\nu)^{2k}}$ in W sein mit $(2k)!$ multiplicirt.

Ist dagegen W in Bezug auf $r^{(\nu)}$ von unpaarem Grade $2k+1$, so wird

$$\Delta_{\nu\nu}^k W = W_1$$

noch in Bezug auf $r^{(\nu)}$ vom ersten Grade sein, und wenn man sodann

$$\frac{\partial^2}{\partial x^{(\nu)}\partial x^{(\nu-1)}} + \frac{\partial^2}{\partial y^{(\nu)}\partial y^{(\nu-1)}} + \frac{\partial^2}{\partial z^{(\nu)}\partial z^{(\nu-1)}} \text{ mit } \Delta_{\nu\nu-1}$$

bezeichnet und beachtet, dass, wenn $\nu > 1$ nach (20)

$$\Delta_{\nu\nu-1} W_1 = \frac{\partial^2 W_1}{\partial r^{(\nu)}\partial r^{(\nu-1)}}$$

von $r^{(\nu)}$ unabhängig ist, so wird sich

$$(23) \qquad \Delta_{\nu\nu-1}\Delta_{\nu\nu}^k W = V$$

ergeben, worin V wie oben in der Gleichung (22) nur noch von $r, r', \ldots r^{(\nu-1)}$ abhängt und den nach $r^{(\nu-1)}$ genommenen partiellen Differentialquotienten des Coefficienten von $r^{(\nu)^{2k+1}}$ mit $(2k+1)!$ multiplicirt darstellt; für den Fall, dass $\nu = 1$ ist, wird aus

$$\Delta_{11}^k W = W_1$$

vermöge der Gleichung (21)

$$\Delta_{10} W_1 = \frac{\partial^2 W_1}{\partial r \partial r'} + \frac{2}{r}\frac{\partial W_1}{\partial r'}$$

und somit wieder

$$(23^a)\qquad \Delta_{10}\Delta_{11}^k W = V$$

folgen, worin V nur noch von r abhängt, und wenn in W der Coefficient von $r'^{2k+1}\phi(r)$ war, den Werth $(2k+1)!\left(\phi'(r)+\frac{2}{r}\phi(r)\right)$ hat.

Da man jetzt auf die Functionen V der Gleichungen (22) und (23), welche nur noch $r, r', \ldots r^{(\nu-1)}$ enthalten, dieselben Schlüsse anwenden kann, so folgt zunächst, dass, wie zur Bildung der obigen Gleichungen für V nur diejenigen Glieder in W in Betracht kommen, welche die höchste Potenz von $r^{(\nu)}$ enthalten, für die Fortsetzung des Verfahrens unter diesen Gliedern wieder nur diejenigen von Einfluss sein werden, welche die höchste Potenz von $r^{(\nu-1)}$ enthalten u. s. w., und dass man somit durch Wiederholung des Verfahrens, wenn der allein in Betracht kommende Posten in W mit

$$Ar^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} \ldots\ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1} \cdot \phi(r)$$

bezeichnet wird, worin A eine Constante bedeutet, schliesslich von einer nachher anzugebenden Constanten abgesehen, entweder auf

$$\phi(r) \text{ oder auf } \frac{\partial\phi(r)}{\partial r} + \frac{2}{r}\phi(r)$$

geführt wird, deren gemeinsame Form wir durch

$$\frac{\partial^{\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{\varepsilon_1}} + \varepsilon_1 \frac{2}{r}\phi(r)$$

darstellen können, wenn $\varepsilon_1 = 0$ oder 1 ist. Da aber endlich für jede Function V von r

$$\Delta_{00} V = \frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial V}{\partial r}$$

ist, also

$$\Delta_{00}\left\{\frac{\partial^{\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{\varepsilon_1}} + \varepsilon_1\frac{2}{r}\phi(r)\right\} = \frac{\partial^{2+\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{2+\varepsilon_1}} + \varepsilon_1\frac{2}{r}\frac{\partial^2\phi(r)}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial^{1+\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{1+\varepsilon_1}}$$

wird, so erhalten wir die nachfolgende Ausdehnung der durch die Gleichung (1) dargestellten Transformation des Ausdruckes ΔV:

Ist W eine in den Grössen $r', r'', \ldots r^{(\nu)}$ ganze Function, in welche r selbst beliebig eintreten kann, und greift man denjenigen Posten

$$Ar^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} r^{(\nu-2)^{\alpha_{\nu-2}}} \ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1}\phi(r)$$

heraus, welcher die Eigenschaft hat, dass $r^{(\nu)^{\alpha_\nu}}$ die höchste

in W vorkommende Potenz von $r^{(\nu)}$ ist, $r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}}$ die höchste Potenz von $r^{(\nu-1)}$, die mit $r^{(\nu)^{\alpha_\nu}}$ verbunden vorkommt, $r^{(\nu-2)^{\alpha_{\nu-2}}}$ die höchste Potenz von $r^{(\nu-2)}$ ist, welche mit $r^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}}$ verbunden vorkommt u. s. w., und welcher das höchste Glied von W genannt werden soll, so setze man

$$\begin{aligned} \alpha_\nu &= 2k_\nu + \varepsilon_\nu \\ \alpha_{\nu-1} - \varepsilon_\nu &= 2k_{\nu-1} + \varepsilon_{\nu-1} \\ \alpha_{\nu-2} - \varepsilon_{\nu-1} &= 2k_{\nu-2} + \varepsilon_{\nu-2} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \\ \alpha_2 - \varepsilon_3 &= 2k_2 + \varepsilon_2 \\ \alpha_1 - \varepsilon_2 &= 2k_1 + \varepsilon_1 , \end{aligned}$$

worin die Grössen $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots \varepsilon_\nu$ die Zahlen 0 oder 1 bedeuten, und es wird sodann die der Gleichung (1) analoge Transformationsgleichung die Form annehmen

$$(24) \qquad \Delta_{00} \Delta_{10}^{\varepsilon_1} \Delta_{11}^{k_1} \Delta_{21}^{\varepsilon_2} \Delta_{22}^{k_2} \ldots \Delta_{\nu-1\,\nu-2}^{\varepsilon_{\nu-1}} \Delta_{\nu-1\,\nu-1}^{k_{\nu-1}} \Delta_{\nu\nu-1}^{\varepsilon_\nu} \Delta_{\nu\nu}^{k_\nu} W$$
$$= A\alpha_\nu!\alpha_{\nu-1}!\ldots\alpha_2!\alpha_1! \left\{ \frac{\partial^{2+\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{2+\varepsilon_1}} + \varepsilon_1 \frac{2}{r} \frac{\partial^2\phi(r)}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial^{1+\varepsilon_1}\phi(r)}{\partial r^{1+\varepsilon_1}} \right\}.$$

Soll nun die rechte Seite dieser Gleichung verschwinden, so muss $\phi(r)$ einer der beiden Differentialgleichungen genügen

$$\frac{\partial^2\phi(r)}{\partial r^2} + \frac{2}{r}\frac{\partial\phi(r)}{\partial r} = 0$$

oder

$$\frac{\partial^3\phi(r)}{\partial r^3} + \frac{4}{r}\frac{\partial^2\phi(r)}{\partial r^2} = 0,$$

somit die Form haben

$$\phi(r) = \frac{c}{r} + c_1 \text{ oder } \phi(r) = \frac{c}{r^2} + c_1 r + c_2 ,$$

und wir finden somit, dass die erweiterte LAPLACE'sche Gleichung für alle von r und dessen nach t genommenen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin abhängigen Functionen W, die ganze Functionen dieser Ableitungen sind und deren höchstes Glied den Coefficienten hat

$$\frac{c}{r} + c_1 \text{ oder } \frac{c}{r^2} + c_1 r + c_2 ,$$

die Form annimmt

$$(25) \qquad \Delta_{00} \Delta_{10}^{\varepsilon_1} \Delta_{11}^{k_1} \Delta_{12}^{\varepsilon_2} \Delta_{22}^{k_2} \ldots \Delta_{\nu-1\,\nu-2}^{\varepsilon_{\nu-1}} \Delta_{\nu-1\,\nu-1}^{k_{\nu-1}} \Delta_{\nu\nu-1}^{\varepsilon_\nu} \Delta_{\nu\nu}^{k_\nu} W = 0.$$

Nennt man nunmehr die Kräftefunction einer Kraft

$$f(r, r', \ldots r^{(2\nu)}),$$

welche von der Entfernung und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen bis zur $2\nu^{\text{ten}}$ Ordnung hin abhängt — vorausgesetzt, dass eine solche existirt — ein **Potential**, wenn diese von r und den ersten ν Ableitungen abhängige und durch die Gleichung

$$f(r, r', \ldots r^{(2\nu)}) = \frac{\partial W}{\partial r} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial r'} + \ldots + (-1)^{\nu}\frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}}\frac{\partial W}{\partial r^{(\nu)}}$$

definirte Kräftefunction W als höchstes Glied — im oben angegebenen Sinne — einen Ausdruck von der Form

$$r^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} \ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1}\left(\frac{c}{r} + c_1\right)$$

oder

$$r^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} \ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1}\left(\frac{c}{r^2} + c_1 r + c_2\right)$$

hat, je nachdem die durch die Gleichungen

$$\alpha_\nu = 2k_\nu + \varepsilon_\nu,\ \alpha_{\nu-1} - \varepsilon_\nu = 2k_{\nu-1} + \varepsilon_{\nu-1}, \ldots \alpha_2 - \varepsilon_3 = 2k_2 + \varepsilon_2,$$
$$\alpha_1 - \varepsilon_2 = 2k_1 + \varepsilon_1,$$

in welchen die Grössen ε die Zahlen 0 oder 1 bedeuten, bestimmte Grösse

$$\varepsilon_1 \equiv \alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_3 - \alpha_4 + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu \pmod{2}$$

den Werth 0 oder 1 hat, so lautet die erweiterte LAPLACE-sche Gleichung für das allgemeine Potential

$$\Delta_{00}\Delta_{10}^{\varepsilon_1}\Delta_{11}^{k_1}\Delta_{21}^{\varepsilon_2}\Delta_{22}^{k_2}\ldots\Delta_{\nu-1\,\nu-2}^{\varepsilon_{\nu-1}}\Delta_{\nu-1\,\nu-1}^{k_{\nu-1}}\Delta_{\nu\,\nu-1}^{\varepsilon_\nu}\Delta_{\nu\nu}^{k_\nu}W = 0.$$

Die Kräftefunction des WEBER'schen Gesetzes

$$W = \frac{mm_1}{r}\left(1 + \frac{r'^2}{c^2}\right)$$

hat als höchstes Glied

$$\frac{mm_1}{c^2}\frac{1}{r}r'^2,$$

und da $\nu = 1$, $\alpha_1 = 2$, also $k_1 = 1$ und $\varepsilon_1 = 0$ ist, die verlangte Form, und ist somit ein Potential im angegebenen Sinne, das der partiellen Differentialgleichung

$$\Delta_{00}\Delta_{11}W = 0$$

oder

$$\frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial x'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial z'^2}$$
$$+ \frac{\partial^4 W}{\partial y^2 \partial x'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^2 \partial y'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y^2 \partial z'^2}$$
$$+ \frac{\partial^4 W}{\partial z^2 \partial x'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial z^2 \partial y'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial z^2 \partial z'^2} = 0$$

Genüge leistet.

Allgemein wird für jede Kräftefunction, welche nur von r und der ersten nach der Zeit genommenen Ableitung abhängt, die Kraft also eine Function von r, r' und r'' ist, die Existenz eines Potentials die Form derselben bedingen

$$W = \phi_0(r) + \phi_1(r)r' + \phi_2(r)r'^2 + \ldots + \phi_{2k-1}(r)r'^{2k-1} + \left(\frac{c}{r} + c_1\right)r'^{2k}$$

oder

$$W = \phi_0(r) + \phi_1(r)r' + \phi_2(r)r'^2 + \ldots + \phi_{2k}(r)r'^{2k} + \left(\frac{c}{r^2} + c_1 r + c_2\right)r'^{2k+1},$$

worin $\phi_0(r), \phi_1(r), \ldots \phi_{2k-1}(r), \phi_{2k}(r)$ willkürliche Functionen von r bedeuten, und die entsprechenden erweiterten Laplace'schen Gleichungen

$$\Delta_{00}\Delta_{11}^k W = 0 \quad \text{und} \quad \Delta_{00}\Delta_{10}\Delta_{11}^k W = 0$$

lauten.

Auf eine genauere Untersuchung der erweiterten Laplace'schen Gleichung, sowie auf Anwendungen derselben zur Bestimmung der Anziehungskräfte von Massen, die einen Raum stetig erfüllen, werde ich bei anderer Gelegenheit näher eingehen.

Über ein neues Meteoreisen von Ballinoo am Murchisonfluss, Australien.

Von Prof. Dr. E. Cohen
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Das vorliegende Meteoreisen, welches nach der Angabe von Hrn. Prof. H. A. Ward im Jahre 1893 16^{km} südlich von Ballinoo am Murchisonfluss in Westaustralien gefunden wurde, scheint bisher weder beschrieben, noch in der Litteratur erwähnt zu sein. Die erste Nachricht erhielt ich durch Hrn. Dr. Brezina, welcher mir eine Platte (43^{gr} mit 19^{qcm} Schnittfläche) zum Studium der Structur und einen kleinen Abschnitt für die chemische Untersuchung zur Verfügung stellte. Später erwarb ich eine 66^{gr} schwere Platte mit einer Schnittfläche von 10^{qcm} von Hrn. Ward; ein Theil derselben wurde mit zur Analyse verwandt.

Zum Studium der Structur eignen sich am besten schwach geätzte Platten, welche man durch kurze Behandlung mit stark verdünnter Salpetersäure erhält, da das Nickeleisen schon von letzterer leicht angegriffen wird. Es zeigt sich dann, dass Ballinoo aus einem dunklern plessitähnlichen Nickeleisen besteht mit eingebetteten lichteren Lamellen.

Die Lamellen, welche bei einer Dicke von etwa $0^{mm}07$ eine Länge von 5^{mm} erreichen, in der Regel aber viel kürzer sind, erscheinen lichtgrau und liegen vereinzelt. Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass es vollständige Lamellen sind, d. h., dass sich sowohl Kamazit als auch Taenit an ihrem Aufbau betheiligen. Da die Taenitsäume sehr fein sind, so bedarf es oft einer günstigen Schnittlage, um dieselben deutlich wahrzunehmen. Der Kamazit zeigt einen schwachen orientirten Schimmer und nach stärkerm Ätzen unregelmässig verlaufende Furchen, welche eine Theilung in Körner bedingen (abgekörnter Kamazit Brezina's). Der Schimmer ist gewöhnlich in den Körnern einer Lamelle gleich orientirt, und wo diess nicht der Fall ist, erscheint die Abweichung in der Orientirung sehr geringfügig. Die abgekörnten Theile dürften ihrerseits ausserordentlich feinkörnig struirt sein: wenig-

stens schien es mir, als ob sich hie und da Körnchen von etwa $0^{mm}.01$ Grösse wahrnehmen liessen. Einzelne Balken enthalten parallel verlaufende Furchen, welche wie Neumann'sche Ätzlinien aussehen. Ist die Deutung richtig, so würden hier neben vorherrschenden körnigen Balken auch solche vorkommen, die aus einem Individuum mit Zwillingslamellen bestehen; doch muss hervorgehoben werden, dass die Beobachtungen bei den geringen Dimensionen der Lamellen nicht mit befriedigender Sicherheit zu machen sind. Auf der kleinen Platte, welche zur Analyse verwandt wurde, war ein Theil der Lamellen dem Augenschein nach unter 60° gegen einander orientirt, der Schnitt also annähernd parallel einer Oktaëderfläche geführt. Hr. Dr. Brezina machte mich bei der Übersendung darauf aufmerksam, dass neben diesen oktaëdrischen Lamellen dodekaëdrische auftreten, wie diess z. B. auch in Tazewell der Fall ist[1]. Letztere können stellenweise an Zahl erstere übertreffen, und sie sind es besonders, welche einen Kern von Phosphornickeleisen enthalten.

Dieses tritt nur in der Form des Schreibersits auf. In den Lamellen bildet derselbe theils langgestreckte einheitliche Partien, welche durchschnittlich etwa $0^{mm}.04$ breit und bis 2^{mm} lang, meist aber kürzer sind, theils reiht sich eine Anzahl länglicher Körner dicht an einander. Im Fülleisen trifft man nur Körner oder unregelmässig gestaltete Partien. Trotz der geringen Dimensionen ist die Menge in Folge der grossen Zahl der Individuen nicht unbedeutend; sie beträgt nach dem Resultat der chemischen Untersuchung über 3 Procent.

Die Vertheilung der Lamellen, welche sich nie schaaren, ist ungleichförmig: in dem von Ward erworbenen Stück sind sie z. B. erheblich reichlicher vorhanden als in den von Brezina erhaltenen Platten. Besonders charakteristisch für Ballinoo ist die Art ihrer Anordnung; selbst an solchen Stellen, wo sie verhältnissmässig dicht liegen, berühren sie sich weder, noch greifen sie über einander hinaus. Das Fülleisen bildet also nicht oder wenigstens nur ganz ausnahmsweise ringsumschlossene Felder, wie sie gewöhnlich in den oktaëdrischen Eisen auftreten. Die Ursache liegt jedoch mehr an der Kürze der Lamellen als an ihrer geringeren Zahl. An manchen Stellen bildet das Fülleisen eine zusammenhängende Grundmasse, in welcher die Lamellen einzeln eingebettet liegen. Bei etwa 200facher Vergrösserung erkennt man, dass der Plessit, welcher bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge

---

[1] Vergl. A. Brezina und E. Cohen, die Structur und Zusammensetzung der Meteoreisen erläutert durch photographische Abbildungen geätzter Schnittflächen. Stuttgart 1887. Erklärung der Tafeln X und XI; und A. Brezina, die Meteoritensammlung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums am 1. Mai 1895. Ann. des k. k. naturhist. Hofmuseums 1896. X. 267.

einheitlich dicht erscheint, gleichmässig vertheilte, ausserordentlich dünne, bis zu $0^{mm}.025$ lange, stark glänzende Flitter enthält, welche wohl als Taenit zu deuten sind. Der Rest scheint ausserordentlich feinkörniger Kamazit zu sein; wenigstens erkennt man hier und da undeutlich abgegrenzte rundliche Partien von etwa $0^{mm}.01$ Durchmesser.

Gegen die natürlichen Begrenzungsflächen, welche mit einer dünnen schwarzen, stellenweise durch oberflächliche Veränderung bräunlichen Brandrinde bedeckt sind, zeigen die Platten eine $4-5^{mm}$ breite Veränderungszone von etwas dunklerer Farbe und matterm Glanze als die inneren Partien. Die Korngrösse ist nicht merklich verändert, aber die Lamellen sind zum Theil ganz verschwunden, zum Theil sehr undeutlich; in Folge dessen liegt der Schreibersit grösstentheils frei und tritt mehr hervor. Auf der einen von Brezina erhaltenen, stark geätzten Platte kann man zwei Zonen unterscheiden, eine äussere, lichtere und eine innere, dunklere von je $1\frac{1}{2}-3^{mm}$ Breite.

Eine von Hrn. O. Sjöström ausgeführte Analyse lieferte die unter I bis I*c* folgenden Zahlen; auf Chrom und Chlor wurde mit negativem Erfolg geprüft (angew. Substanz je etwa 2^{gr}). Bemerkenswerth ist der ungewöhnlich hohe Gehalt an Kupfer; da dasselbe zweimal mit Schwefelwasserstoff gefällt wurde, ist die Bestimmung jedenfalls nicht zu hoch. I*d* gibt die Gesammtzusammensetzung, I*e* die Zusammensetzung des Nickeleisens nach Abzug von Phosphornickeleisen (Fe_3NiP) und Schwefeleisen (FeS).

	I	I*a*	I*b*	I*c*	I*d*	I*e*
Angew. Subst.	0.7003	3.002	2.0309			
Fe	89.34				89.34	90.08
Ni	9.87				9.87	9.27
Co	0.60				0.60	0.57
Cu		0.063			0.06	0.06
C				0.020	0.02	0.02
P	0.48				0.48	
S			0.033		0.03	
					100.40	100.00

Die mineralogische Zusammensetzung berechnet sich zu:

Nickeleisen	96.81
Schreibersit	3.11
Schwefeleisen	0.08

Das specifische Gewicht wurde von Hrn. Dr. W. Leick zu 7.8432 bei $21^{\circ}.9$ C bestimmt (Gewicht der Platte $66^{gr}.395$). Daraus berechnet sich unter Berücksichtigung der accessorischen Bestandtheile für das Nickeleisen 7.8734. Nach der ebenfalls durch Hrn. Dr. Leick ausgeführten Untersuchung zeigt Ballinoo keinen polaren Magnetismus; nach der Behandlung mit einem grossen Elektromagneten ergab sich ein specifischer Magnetismus von 0.92 absoluten Einheiten pro Gramm, und

durch starke Erschütterung änderte sich der permanente Magnetismus nur wenig. Ballinoo verhält sich also wie Stahl, aber der permanente Magnetismus ist erheblich geringer als bei anderen Meteoreisen.

Ballinoo gehört zu den oktaëdrischen Eisen mit feinsten Lamellen, also zu derjenigen Gruppe der Oktaëdrite, von welcher die wenigsten Vertreter bekannt sind. Durch das Vorhandensein dodekaëdrischer Lamellen schliesst es sich an Tazewell an, während es nach seinen übrigen Eigenschaften Butler am nächsten steht. Ballinoo und Butler gemeinsam ist verhältnissmässig niedriger Gehalt an Nickel, starke Entwickelung von plessitartigem Nickeleisen und das Auftreten isolirt liegender Lamellen. Letztere sind allerdings in Ballinoo sehr viel kürzer, weniger ungleichförmig vertheilt und zahlreicher als in Butler. In den mir vorliegenden Platten zeichnet sich Ballinoo ferner durch Armuth an accessorischen Bestandtheilen aus, wenn man vom Schreibersit absieht; weder Graphit noch Troilit wurden beobachtet. Ob diess aber für den ganzen Meteoriten gilt, lässt sich natürlich nur an reichlicherm Material entscheiden.

Ausgegeben am 20. Januar.

1898.
III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

13. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. Dümmler las: Hrabanstudien.

Es wurde darin über einige Puncte aus dem Leben des Abtes Hraban von Fulda und über die Zeitfolge seiner älteren Schriften gehandelt.

Hrabanstudien.

Von E. Dümmler.

Die Aufgabe, in der grossen Sammlung der Briefe aus karolingischer Zeit auch diejenigen Hraban's herauszugeben, führte mich jüngst auf seine Persönlichkeit zurück, die bei weitem mehr berühmt als bekannt ist. Den Schöpfer des deutschen Schulwesens, den Lehrer Deutschlands hat man Hraban, wie 700 Jahre später Melanchthon, zwar genannt, allein wenn in der That seine grösste Bedeutung darin lag, dass er Schulmeister war, dass er die unter Karl dem Grossen wiedergeborene gelehrte Bildung am wirksamsten in weitere deutsche Kreise trug, so ist auch zu bedenken, dass es den Schulmeistern ähnlich ergeht, wie den Mimen, denen die Nachwelt keine Kränze flicht: ihre Wirkung ist vorwiegend eine so unmittelbar persönliche und mündliche, dass in ihren Schriften der beste Theil ihres Wesens nicht voll zum Ausdruck kommen kann. Zudem ist es ja viel weniger ihr Beruf, Neues zu entdecken, als überlieferten Stoff einzuprägen und zu erläutern.

Ganz besonders gilt dies alles von Hraban, der, durchdrungen von der mönchischen Tugend der Demuth[1], seine Person noch mehr als andere Schriftsteller des Mittelalters in den Hintergrund treten lässt. Auch er äussert (mit den Worten Beda's) das Gefühl, dem wir in jenen Jahrhunderten des Übergangs öfter begegnen, dass man im sechsten und letzten Weltalter, in einer Zeit des Niedergangs, des Verfalls, lebe[2] und an die grossen Väter der alten Kirche in keiner Weise heranreichen könne. Kaiser Lothar freilich wollte schmeichelnd den bescheidenen Mann jenen hellen Kirchenlichtern an Verdienst und Wissen gleichstellen[3].

Hraban's überwiegend theologische Schriften, zumal seine Bibelcommentare, sind daher grossentheils nur Blüthenlesen oder Auszüge

[1] Hauck, Kirchengesch. Deutschlands II, 577 A. 4 verweist jedoch auf die Vorrede zum Buche Judith, wo Hr. nicht ganz ohne Selbstgefühl sage (Mabillon Acta SS. O. S. Ben. IV, 2, 442): 'studio sacrarum orationum non sumus omnino vacui'.

[2] De computo c. 9 (Baluzii Miscell. I, 92 = De universo X, c. 14), wörtlich aus Beda de temp. rat. c. 66 (Chronica minora ed. Mommsen III, 248).

[3] S. sein Schreiben (Kunstmann, Hrabanus Maurus S. 221): 'Nam si illis Hieronimum, Augustinum, Gregorium, Ambrosium et ceteros quam plurimos prelucit, et nobis idem opifex eiusdem meriti et scientiae contulit Rhabanum Maurum'.

aus diesen unübertrefflichen Vorgängern, bei denen er lediglich einzelne Lücken aus eigenem Wissen auszufüllen sucht. So fern liegt es ihm, sich mit fremden Federn zu schmücken, dass er, ganz nach dem Vorbilde Beda's des Ehrwürdigen[1], durchweg die Namen seiner Quellen abgekürzt am Rande beifügt, sowie dazwischen den eigenen, und dringend bittet, dass man beim Abschreiben dies Verfahren auch beibehalten möge. Obgleich dies im Allgemeinen bekannt genug ist, hat man häufig auch in neuerer Zeit ihm noch zu viel an fremdem Eigenthum zugeschrieben und z. B. an Varro gedacht, wo er nur Isidor plündert.[2] Auch das Griechische und Hebräische stammt bei ihm aus zweiter Hand.

Unter diesen Umständen wird man für seine nähere Bekanntschaft um so mehr Hoffnung auf seine Gedichte und Briefe setzen, in denen doch persönliche Gefühle und Beziehungen zu ihrem Rechte kommen sollten. Allein auch hier wird man enttäuscht. Als Dichter ist Hraban überaus schwach, eigentlich ein blosser Verskünstler, obgleich sein Schüler Rudolf versichert, dass er keinem seiner Zeitgenossen darin nachgestanden habe[3], er wiederholt nicht nur sich selbst sehr häufig, wie das nach schulmeisterlicher Art auch sonst bei ihm öfter vorkommt, sondern er plündert auch seine Vorgänger, wie die lateinische Anthologie[4], Sedulius und Fortunatus, Columba und Alkvin ohne Scheu und entlehnt ihnen oft ganze Verspaare. Seine zahlreichen, nach dem Muster Alkvin's verfassten metrischen Inschriften auf kirchliche Baulichkeiten und Altäre sind nicht ganz ohne geschichtlichen oder kunstgeschichtlichen Werth, aber völlig unpoetisch. Die an Freunde gerichteten Gedichte oder die Grabschriften auf solche entbehren des thatsächlichen Inhalts und sind ganz allgemein erbaulicher Art. Man braucht Hraban als Dichter nur mit seinem Schüler Walahfrid zu vergleichen, um seiner Schwäche inne zu werden.

An Briefen benutzten die Magdeburger Centuriatoren eine aus Fulda stammende und über die Zeit Hraban's bis auf Abt Sigehard († 891) sich erstreckende Sammlung vorwiegend geschäftlicher Art,

---

[1] Dass er dessen an Acca gerichtete Vorrede zum Lucas sich für seine zum Matthäus zum Muster nahm, hat Schönbach nachgewiesen, s. Zs. für deutsches Altert. XL, 107.

[2] Nicht bloss Kunstmann (a. a. O. S. 105, Anm. 2), sondern auch Ebert (Gesch. der Litter. des Mittelalt. II, 137), übersahen, dass das Capitel über Zauberer und Wahrsager (Hartzheim, Conc. Germ. II, 234–236 = De univ. XV c. 14) ganz aus Isidor, Etymol. l. VIII, 9, 3–35 stammt. Aus einer Stelle im Commentar zum Josua folgerte Mabillon (Acta SS. IV, 2, 26), dass Hraban das gelobte Land besucht habe, bis er entdeckte, dass die Worte aus Origenes entnommen seien (Annal. O. S. Ben. II, 416).

[3] Ruodolf. ann. Fuld. 844: 'sui temporis poetarum nulli secundus'.

[4] Dieser zu meiner Ausgabe der Gedichte nachträglich gelieferte Nachweis (Gesch. des Ostfränk. Reiches III, 658 Anm. 1) ist Hauck entgangen, s. Kirchengesch. II, 572, ebenso Wattenbach, Schriftwesen 3. Ausg. S. IV.

allein diese Handschrift, welche uns die wichtigsten Aufschlüsse gewähren würde, ist gleich manchen anderen aus Fulda stammenden spurlos verschwunden, und wir haben davon nichts mehr als die dürftigen, oft räthselhaften Auszüge, welche die Centurien uns hinterliessen[1]. Was uns nun sonst von Briefen Hraban's erhalten ist, verdient eigentlich kaum diesen Namen, denn es sind entweder gelehrte Abhandlungen in Briefform, oder Vorreden zu den einzelnen Werken, vielfach formelhafter und unselbständiger Art, und für weitere Verbreitung bestimmt. Ihnen gehen mitunter (wie bei Beda) die brieflichen Bitten der Antragsteller auf ihr eigenes Verlangen[2] voraus. Einige Schreiben endlich erörtern auch praktische Fragen aus dem Gebiete der Kirchenzucht. Wie sehr hiebei überall das Persönliche zurücktritt, das zeigen besonders deutlich die Trostschreiben, welche Hraban als treuer Verehrer Ludwig's des Frommen in der Zeit der Erniedrigung an ihn richtete. Statt des Ausdruckes menschlicher Gefühle, die hier am Platze gewesen wären, finden wir nichts anderes als eine Aneinanderreihung von Bibelstellen. So entzieht er sich uns, wo wir ihm näher treten wollen.

Im Nachfolgenden will ich nun einige Punkte aus Hraban's Leben erörtern mit besonderer Beziehung auf die Zeitfolge seiner Schriften, wobei es mir namentlich darauf ankommt, unrichtige Annahmen zu beseitigen und Einzelnes genauer festzustellen. Gehen wir hiebei von dem Namen aus, so lautet die älteste Form Hraban mit anlautendem H oder Hrabanus in den lateinischen Versen und Briefen, d. h. der Rabe. Das H findet sich in den ältesten Handschriften seiner Werke, von denen etliche bis in seine Zeit zurückreichen[3], und namentlich auch in den Gedichten zum Preise des h. Kreuzes, in denen jeder Buchstabe gesichert ist. Jenes H ist indessen ebenso wie bei den Namen Hludwig und Hlothar doch bald entbehrlich erschienen[4], es fehlt an einer andern Stelle der Kreuzgedichte[5] und fieng demnach schon im 9. Jahrhundert an abzufallen, um dann später häufig ganz bedeutungslos hinter dem R wieder eingeschaltet zu werden.

Ein zweiter von Hraban öfter und bisweilen allein geführter Name ist Maurus, den ihm Alkvin nach dem Brauche seiner Schule bei-

[1] Nachdem besonders Kunstmann mehrfach von dieser Quelle Gebrauch gemacht hat, habe ich eine Zusammenstellung der Auszüge gegeben in den Forsch. zur Deutschen Gesch. V, 369–395; XXIV, 421–425.

[2] S. Lothar's Schreiben an Lothar vor dem Ezechielcommentar (Opp. IV, 196): 'Duas tibi epistolas misi, quarum una tantum est legenda, altera et legenda et in libro operis tui anteponenda'.

[3] Ich verweise hier auf die für den 5. Band der Epistolae vorbereitete Ausgabe.

[4] S. Müllenhoff u. Scherer, Denkmäler deutscher Poesie u. Prosa, 3. Ausg. S. XVII. XVIII.

[5] II c. 28 (Opp. ed. Colvener I, 348): 'minimus omnium servorum tuorum et peccator Rabanus', ebenso wie vorher in der Erläuterung der Figur, p. 337.

legte[1]. Er bedeutet nicht, wie Leibniz[2] meinte, den schwarzen (nämlich Raben), sondern ist vielmehr von Maurus[3], dem Lieblingsjünger des h. Benedict, herzuleiten. Magnentius, wie Hraban sich nur einmal in den Versen zu Ehren des h. Kreuzes nennt, kann nicht als stehender Beiname betrachtet werden, sondern ist, wie früher schon von Bach[4], so neuerdings von Ebert, richtig als der Mainzer gedeutet worden, wobei letzterer auch an die ahd. Form Magenze für Mainz erinnert[5].

Über das Geburtsjahr Hraban's fehlt jede positive Überlieferung, man ist auf Schlüsse angewiesen. Nachdem früher Trithemius willkürlich ein etwas späteres Jahr angenommen hatte, folgerte Mabillon[6] aus der Weihe zum Diakonus, die Hraban im Jahre 801 empfieng, dass er spätestens 776 geboren sein müsse, weil nach dem Vorbilde der jüdischen Leviten 25 Jahre das vorschriftsmässige Alter für diese Weihe gewesen sei. Diese Annahme hat fast kanonisches Ansehen erlangt und kehrt bei allen neueren Forschern wie eine beglaubigte Thatsache wieder, dennoch erregt sie sehr starke Bedenken. Obgleich Hraban von zartem Körper war und schon sehr früh (um 841) über Kränklichkeit klagte, müsste er hiernach im Alter von 71 Jahren das schwierige Amt des Erzbischofs von Mainz übernommen und neben fortgesetzter litterarischer Thätigkeit in diesem bis zum 80. Lebensjahre gewirkt haben. Die Unwahrscheinlichkeit dieser Voraussetzung leuchtet ein, und viel eher möchte ich deshalb glauben, dass Hraban als ein Jüngling von vornehmer Herkunft und ungemeiner Begabung von jener Vorschrift entbunden und vor der gewöhnlichen Zeit geweiht wurde, wie es ja z. B. auch damals vorkam, dass Drogo, der natürliche Sohn Karl's des Grossen, mit kaum 22 Jahren Erzbischof von Metz wurde.

Fragen wir nun nach einem anderen Anhaltepunkt für die Altersbestimmung, so könnte dieser vielleicht in der Priesterweihe gesucht werden, die Hraban am 23. December 814 durch die Hand des Erzbischofs Haistolf von Mainz zu Theil wurde[7]. Rechnen wir von dieser nämlich, für welche das 30. Lebensjahr erforderlich war, dreissig Jahre rückwärts, so gelangen wir auf das Jahr 784, das nach keiner Seite hin

---

1 In der Vorrede zu den Büchern der Könige (Opp. III, 45): 'Mauri nomen .. quod meus magister b. m. Albinus mihi indidit'.

2 Ann. imp. occid. I. 348.

3 Alcvini ep. 142. EE. IV, 223.

4 Zimmermann's Zeitschr. für Alterthumswissensch. II, 639.

5 Gesch. der Litteratur des Mittelalt. II, 120 A. 3.

6 Acta SS. ord. S. Bened. saec. IV, 2, 22.

7 Ann. Lauriss. min. Hludow. a. I (SS. I, 120). vergl. De clericor. instit. (Opp. ed. Colvener. VI. 1): 'a quo (sc. Heistulfo) recordor me accepisse dignitatem ecclesiasticam'.

Schwierigkeiten hervorruft, natürlich aber nur als annähernd richtig gelten kann.

Als Franken bezeichnet Hraban sich selbst und gibt Mainz, schon damals eine ansehnliche Handelsstadt, als Geburtsort an[1]. Sehr unklar bleiben uns seine Familienverhältnisse: deutlich wird nur sein Brudersssohn, der Diaconus und Hofkaplan Gundram, später in Solenhofen, erwähnt[2]. Aus einer Wendung der von ihm verfassten Grabschrift des Tutin[3], eines vornehmen Laien und Kriegers, hat schon Mabillon[4] gefolgert, dass dies sein Bruder gewesen sein müsse. Die Namen der Eltern aber, die Trithemius angibt, sind, wie so vieles Andere bei ihm, offenbar völlig erdichtet und daher schon von Mabillon angezweifelt. Dagegen hat Eckhart auf eine fuldische Urkunde[5] aufmerksam gemacht, laut welcher ein Ehepaar Waluram und Waltrat mit ihrem Sohne Hraban im Jahre 788 dem Kloster eine Hofstätte in Mainz nebst Gebäuden vermachen[6]: eine Schenkung, an welche sich später noch mehrere andere anschlossen. Es scheint mir doch nicht unmöglich, wenn ich es auch nicht so bestimmt behaupten möchte wie Eckhart, dass dies unser Hraban war, der damals in zartem Kindesalter und von schwächlichem Körper dem Kloster schon bestimmt war. Eine weitere Vermuthung Eckhart's über seine Verwandtschaft mit dem Grafen Gundram[7] und dessen Gemahlin Ottrud, Schenkern an das Kloster Fulda, deren Grabschrift Hraban verfasste, schwebt völlig in der Luft.

Von entschiedener Wichtigkeit und mehrfach auch durch ihn selbst bezeugt, ist die Thatsache, dass Hraban ein Schüler Alkvin's wurde und zu ihm nach Tours zog. Dass dies nicht erst, wie überliefert wird, unter Abt Ratgar (nach 802) in einem der letzten Lebensjahre Alkvin's und für kurze Zeit geschehen sein kann, hat Ebert, dem ich mich bereits früher angeschlossen[8], dargethan. Vielmehr muss

---

[1] S. seine von ihm selbst verfasste Grabschrift, Poet. aevi Carol. II. 244, und die Albinus in den Mund gelegten Verse (ebd. 160): 'Ipse quidem Francus genere est'. Sein fränkisches Selbstbewusstsein zeigt sich auch in der Schrift De oblatione puerorum (Mabillon annal. ord. S. Bened. II. 732). S. über Mainz Waitz, Deutsche Verfassungsgesch. 2. Aufl. IV. 43.

[2] S. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I. 319.

[3] Poetae aevi Carol. II. 243 v. 9—10: 'Frater pontificis fuit ille celerrimus armis, qui huc germani detulit ossa sui'.

[4] Acta SS. IV. 2, 21.

[5] Dronke Cod. diplom. Fuldensis p. 55.

[6] Commentarii de reb. Franciae orient. I. 730: 'Hinc vero sole meridiano clarius est' etc. Kunstmann S. 13 bekämpft diese Annahme mit ungenügenden Gründen.

[7] S. die Grabschrift beider Poet. aevi Carol. II. 238 und die Verse auf ein von Gundram gestiftetes Kreuz ebd. 223.

[8] S. Neues Archiv XVIII, 66 flg. An einen doppelten Aufenthalt glaube ich nicht und beziehe die Worte der Intercessio Albini v. 9: 'Abbas namque suus ... | Illum huc direxit' jetzt auf Baugulf, wozu auch 'Hunc puerum' in v. 5 besser passt.

er schon unter Abt Baugulf als Knabe, wie er ausdrücklich sagt, und für längere Zeit nach Tours gekommen sein. Er kann daher sehr wohl unter dem kleinen Raben (Corvulus oder Corvinianus) verstanden werden, den Theodulf in einem scherzhaften Gedichte aus dem Jahre 796 unter Alkvin's übrigen Schülern anredet. Noch bei Lebzeiten desselben wirkte er nach seiner Heimkehr zunächst als Lehrer oder Magister in Fulda. Im Jahre 850 war er nach Hinkmar's Ansicht der letzte noch lebende Schüler Alkvin's[1].

Unter den Schriften Hraban's, die in die erste Periode seiner Thätigkeit fallen, ist als die älteste[2] die zum Preise des h. Kreuzes verfasste zu nennen. Sie besteht aus 28 einzelnen Gedichten, jedes in Prosa erläutert, denen sich sodann ein zweites Buch des gleichen Inhaltes in Prosa zur grösseren Verdeutlichung anschliesst. Für diese Doppelheit beruft sich Hraban auf das Vorbild, welches ihm Prosper und Sedulius gegeben[3], jener in den an die Sentenzen aus Augustin sich anlehnenden Epigrammen, dieser in seinem Carmen paschale. Seinem Beispiele folgte später sein Schüler Candidus in dem Leben des Abtes Eigil[4]. Für den poetischen Theil seines Werkes aber schwebte Hraban nach seinem eigenen Zeugniss noch ein anderes Muster vor, der Dichter Publilius Optatianus Porfyrius[5], der Constantin den Grossen durch seine Verskünste verherrlicht und schon früher Fortunatus, Alkvin u. a. zur Nacheiferung gereizt hatte. Hraban übertraf ihn fast noch an Künstelei, die Hexameter ergeben kreuz und quer wieder andere Hexameter und decken sich ausserdem theilweise mit hineingezeichneten Figuren. Man darf wohl glauben, dass er zur Ausführung dieser unerhörten Kunststücke, die mit der Poesie nichts gemein haben und durchweg die mystische und symbolische Bedeutung des Kreuzes feiern sollen, Jahre gebraucht hat.

Über die Zeit der Entstehung dieses Erstlingswerkes sagt Hraban in vorangestellten Versen selbst, dass er es im Alter von 30 Jahren

---

[1] Flodoard Hist. Rem. eccl. III. c. 21 (SS. XIII. 514).

[2] In dem Prologe (Opp. I. 279) heisst es: 'offerebam has primitias in laudem sanctae crucis expensas'.

[3] In der Vorrede zum 2. Theile: 'Mos apud veteres fuit, ut gemino stilo propria conderent opera... Ut de caeteris taceam, quid aliud Prosper ac venerandus vir Sedulius fecisse cernuntur'. Rudolf (c. 15, SS. XV. 340) bemerkt dazu: 'ut locutionem metri prioris libelli in eo lucidiorem faceret'.

[4] S. die Vorrede des Candidus, SS. XV. 222, in welcher Hraban ihn selbst auf das Vorbild verweist, welches er 'prosa et versibus in laudem sanctae crucis' gegeben habe.

[5] S. den Prolog p. 279, er spricht dort von den Abkürzungen, die er anwendet, 'quod idem et Porphirius fecit secundum cuius exemplar litteras spargere didici'. s. L. Müller's Ausgabe seiner Carmina p. XI. Die Pariser Hs. 2421 enthält sowohl Hraban als Porfyrius. S. auch Beda de arte metr. (Grammatici lat. ed. Keil VII. 258): 'in insigni illo volumine Porphyrii poetae'.

verfasst habe[1], und auch sein Schüler Rudolf bestätigt dies[2]. Man deutete diese 30 Jahre früher, dem Geburtsjahre entsprechend, auf 806 und wählte um so lieber diese frühe Zahl, als man nicht ohne Wahrscheinlichkeit die Anregung der Arbeit auf Alkvin zurückführen und ihren Beginn sogar nach Tours setzen wollte[3]. Nach unserem Ansatze der Geburt Hraban's würden wir dagegen erst auf das Jahr 814 kommen, und dafür, dass an kein späteres zu denken ist, lässt sich wenigstens noch ein anderer Grund geltend machen. Einige Handschriften des vielbewunderten und weit verbreiteten Gedichtes enthalten eine prosaische Widmung an Hatto oder Bonosus, den Jugendfreund und Gefährten Hraban's in Tours, seinen späteren Nachfolger als Abt von Fulda, den er hier als Bruder und Mitleviten begrüsst[4]. Folglich war Hraban selbst damals auch noch nicht Priester, was er ja erst zu Ende des Jahres 814 wurde.

Jul. von Schlosser, wie vor ihm schon Ebert[5], hat aus einigen Wendungen dieser Zuschrift gefolgert, dass Hatto als Mitarbeiter des Werkes anzusehen sei und als Maler den Dichter bei der Ausführung der Bilder unterstützt habe[6]. Es bleibt dies möglich, doch würden jene Worte auch eine genügende Erklärung finden, wenn man sie auf eine blosse Aufmunterung deuten wollte, und Dritten gegenüber hat sich Hraban stets als den alleinigen Verfasser hingestellt.

Um hier gleich die weiteren Schicksale dieses Werkes anzudeuten, so wurde es von dem Dichter dem Erzbischof Haistolf von Mainz, einem Schüler Lul's, überreicht[7] und später mit einer poetischen Begrüssung auch dessen Nachfolger Otgar. Eine neue Ausgabe veranstaltete Hraban sodann für den Kaiser Ludwig, indem er ein den anderen 28 entsprechendes Bildniss desselben mit den dazu gehörigen Versen hinzufügte. Den Zeitpunkt dieser Widmung, das Jahr 831, bestimmte

---

[1] Intercessio Albini v. 13 (Poet. aevi Carol. II. 160): 'Ast ubi sex lustra implevit iam scribere temptans | Ad Christi laudem edidit arte librum'.

[2] Mirac. SS. Fuldens. c. 15 (SS. XV. 340). Mit den Worten 'ut ipse testatus est' bezieht er sich wohl auf die Verse.

[3] So Kunstmann S. 39, der sich auf die Worte in Alkvin's Brief (EE. IV. 223) stützt: 'Libellum, quem me rogante scribi promisisti, rogo ut tua fiat promissio firma et mea impleatur laetitia', auch könnte die Interc. Albini an den h. Martin dafür sprechen, dass es in Tours begonnen wurde.

[4] Kunstmann S. 169 'fratri et conlevitae'.

[5] Gesch. der Litter. des Mittelalt. II. 143, besonders nach den Worten 'te conlaborante dictavi'.

[6] Jahrbuch der kunsthistor. Samml. des Kaiserhauses XIII. 24. Die Worte 'laboris refrigerium' sind sehr unbestimmter Art. Über Hatto als Maler s. das Gedicht an ihn, Poet. aevi Carol. II. 196.

[7] S. die Verse an Otgar (Poet. aevi Car. II. 162) v. 5: 'Hoc opus ergo tuus decessor semper amandus | Expetit Haistolfus, cui quoque hoc dederam'.

Simson dadurch richtig[1], dass ausser auf eine griechische Gesandtschaft auf die Sendung des Chalifen Al Mamun angespielt wird, dessen Volk Hraban ebenso wie Einhart als Perser bezeichnet. Als einen zweiten Grund für dieses Jahr könnte man noch hervorheben, dass Hraban darin[2] auch auf die Heimkehr und Begnadigung der Verbannten hindeutet, d. h. der Theilnehmer an der Erhebung gegen den Kaiser im Jahre 830, zu denen auch sein Freund, der Abt Hildvin, gehörte.

In noch späterer Zeit, nämlich im Jahre 844, beschloss Hraban, sein Werk auch dem Papste Gregor IV. mit besonderer Zueignung zu übersenden, indem er zwei fuldische Mönche, Ruodbert und Askrich, eigens deshalb nach Rom reisen liess[3]. Da sie Gregor nicht mehr am Leben fanden, richteten sie ihren Auftrag bei dessen Nachfolger Sergius II. aus. Die Bekanntschaft, welche die Boten auf der Durchreise mit dem mächtigen und für geistige Interessen empfänglichen Markgrafen Eberhard von Friaul, dem Schwiegersohne Ludwig's des Frommen, machten, gab Anlass, auch diesem auf seinen Wunsch durch einen besonderen Abgesandten Gaganhard das Buch vom h. Kreuze zu überschicken[4]. Unsicher bleibt der Zeitpunkt, in welchem Hraban nachmals auch die Mönche von St. Denis damit bedachte[5]. Für Hraban's Prachtwerk, das in mehreren sehr alten Ausfertigungen sich erhalten hat[6], sind wir noch auf die alten Ausgaben des 16. Jahrhunderts (seit 1501) oder ihre Wiederholungen angewiesen[7].

Wir haben hiemit dem Lebensgange Hraban's weit vorgegriffen, und indem wir zum Jahre 814 zurückkehren, in welchem er die Priesterweihe empfieng, sehen wir ihn, namentlich seit der Absetzung des harten

---

[1] Jahrbücher des fränk. Reichs unter Ludw. dem Fr. II. 11. In den Versen auf Ludwig v. 27: 'En regna Graium omne per aevum munera donant, | Et Persa dat'.

[2] In der Erläuterung heisst es (ed. Colvener. I, 278): 'Exul quoque quicumque priscis temporibus a sede propria aberravit, eius triumphos amando modo reditum velocem sperat'. S. über die Rückkehr der Verbannten Simson a. a. O. S. 9.

[3] Ruodolfi ann. Fuld. 844 (ed. Kurze p. 35). Dieser ist vielleicht der 'Ascrih didasculus' unter Hraban, SS. XV, 217. Die Widmung an Gregor in den Poet. Carol. II, 161.

[4] S. Hraban's Schreiben an Eberhard, Ughelli It. sacra III, 698.

[5] S. das Gedicht an sie, Poet. Carol. II. 162. Die Widmung an den Kaiser und die Sendung nach Rom wird darin erwähnt (v. 5 und 6). Da Abt Hildvin schon 840 starb, so kann diese Übersendung nicht, wie Mabillon (Acta IV, 2, 40) annahm, auf seine Bitte erfolgt sein. Die Hs. setzt L. Müller in der Ausg. des Porfyrius S. XXI in das 10. Jahrhundert, Delisle in das 10. bis 11. (Jahrb. der kunsthistor. Samml. XIII, 29).

[6] S. über diese J. von Schlosser a. a. O. S. 27. Die Wiener Hs. 652, von der eine Probe gegeben wird, und die römische Christ. reg. 124 sind die beiden prachtvollsten. Ausser der von Schlosser erwähnten Zwettler Hs. 86 aus dem 12. Jahrhundert (Xenia Bernardina II, 1, 333) enthält auch eine Florentiner aus dem 11., Amiatin. cod. III (Bandini, bibl. Leopold. I. 646) das ursprüngliche Werk ohne das Bild Ludwig's des Frommen.

[7] Die Ausgabe von Ad. Henze, Leipzig 1847 ist nicht nur ganz unvollständig, sondern wimmelt auch von Druckfehlern.

Abtes Ratgar im Jahre 817, unter dem auch er zu leiden gehabt hatte[1], unter dessen ihm befreundeten Nachfolger Eigil[2] in einer sehr angesehenen Stellung als Klosterlehrer mit einer weithin sich ausbreitenden Wirksamkeit, auf der der Ruhm Fuldas vorzüglich beruhte[3]. In diese Zeit fällt sein aus drei Büchern bestehendes Werk 'De institutione clericorum', in welchem er im weitesten Umfange von dem geistlichen Amte in allen seinen Abstufungen und Pflichten und von der gesammten Ordnung des Gottesdienstes handelt. Einzelne Stücke dieser Arbeit, Antworten auf bestimmte Fragen der Brüder in Fulda, hatte er zunächst auf losen Blättern niedergeschrieben[4] und diese dann auf die Bitten jener zu einem Bande vereinigt, den er im Auftrage seines Abtes Eigil dem Erzbischof Haistolf selbst überreichte[5], als derselbe zur Einweihung der neu erbauten Stiftskirche am 1. November 819 persönlich erschienen war. Die Altäre derselben schmückte bei dieser Gelegenheit Hraban mit metrischen Inschriften[6].

Schon im folgenden Jahre 820 widmete er dem Mönche Marcharius, der ein Fremder gewesen zu sein scheint — nach Mabillon's Vermuthung ein Schotte — und nicht der fuldischen Brüderschaft angehörte, eine fast ganz auf Beda beruhende Schrift über die Zeitrechnung[7] in Form eines Zwiegespräches zwischen Meister und Jünger. Das Jahr ihrer Entstehung wird im Zusammenhange mit ihrem Zweck an mehreren Stellen angegeben, einmal sogar der 22. Juli als der Tag, an welchem der Verfasser eben schrieb.

Gleich darauf beginnt die lange Reihe der von Hraban verfassten, durchweg nur auf die Vulgata zurückgehenden, Bibelcommentare mit dem zum Evangelium des Matthäus, den er gleichfalls noch als viel-

---

[1] S. über diese Verhältnisse Simson, Ludwig der Fromme I. 371—376.

[2] Candidi V. Aeigili l. I c. 20 (SS. XV, 231): 'Disputationem quoque saepius cum Hrabano magistro, qui ei erat speciali familiaritate connexus, excepit', vergl. L. I c. 17 v. 99 (Poet. Car. II, 111): 'Hrabanus et ipse | Presbiter et monachus, multorum iure magister'; c. 22 v. 4 (p. 114): 'infantum doctor opimus'.

[3] Vergl. besonders Hauck a. a. O. II, 562—564, doch sind die scolastici der Fulder Todtenannalen nicht Lehrer, sondern Schüler.

[4] S. über dies Verfahren die lehrreiche Darlegung Schönbach's in den 'Otfridstudien', Zs. für deutsches Altert. XL, 106 flg. Die Widmung an die Brüder von Fulda, Poet. Car. II, 163.

[5] S. die poetische Widmung a. a. O.

[6] Poet. Carol. II. 205—208. Das Werk de institut. clericor. wurde schon 1505 gedruckt: Opp. ed. Colvener, VI, 1 flg.

[7] Zuerst herausgegeben von Baluze, Miscell. I. 1—92, die Vorrede allein schon früher von Usher in der Epistolar. Hibernicar. sylloge Paris 1665 p. 39 aus dem cod. Cottonian. Vitell. A. XII, wo das Werk einem Gildas zugeschrieben wird. Über den Schotten Macarius s. Mabillon Acta SS. IV, 2 p. LXXVII. LXXVIII. Den Namen des Pytheas von Marseille in c. 53 schöpfte Hraban nicht aus Plinius, wie Kunstmann S. 58 wähnte, sondern aus Beda De tempor. ratione c. 31 (Opp. ed. Giles VI, 209), seiner Hauptquelle.

beschäftigter Klosterlehrer in 8 Büchern aus den Werken der Vorgänger zusammenstellte[1] und sogar, wie ausdrücklich bemerkt wird, eigenhändig niederschrieb. Die Vorrede ist aus Hieronymus und Beda zusammengestoppelt[2]. Die Entstehung wird man mit Windisch[3] in die Jahre 821 bis 822 setzen dürfen. Hätte er, worüber nichts überliefert ist, auch diese Schrift Haistolf persönlich überreicht, so könnte dies vielleicht bei Gelegenheit der Einweihung der fuldischen Michaelskirche geschehen sein, am 15. Januar 822, welche der Erzbischof in eigener Person vollzog[4]. Der Matthäuscommentar, ebenso unselbständig wie die anderen, hat doch deshalb besondere Aufmerksamkeit erregt, weil er sowohl von Otfrid, der ja selbst ein Schüler Hraban's war, wie von dem Dichter des Heliand als Quelle benutzt worden ist[5].

Die litterarische Fruchtbarkeit, welche Hraban von hier an in der Auslegung der Bibel entwickelt, darf uns deshalb weniger in Staunen setzen, weil er schon von früh auf dieselbe zum Gegenstande seines Studiums und mündlicher Unterweisung gemacht[6] und dafür vermuthlich die Schriften der Kirchenväter in weitem Umfange ausgezogen hatte. Seine Werke gehen gleichsam, wie wir sagen würden, aus seinen Heften hervor.

Als der Abt Eigil am 15. Juni 822 in hohem Alter gestorben war[7], trat Hraban selbst durch die Wahl der Brüder an seine Stelle. Trotz der für seine Gelehrtennatur sicherlich sehr drückenden Fülle der Geschäfte an der Spitze einer Genossenschaft von etwa 140 Mitgliedern[8] und zahlreicher Kirchweihen — 30 Gotteshäuser soll er selbst erbaut haben[9] — fand er doch noch Musse, seine litterarischen Arbeiten eifrig fortzusetzen. Schwierig ist bei dem geringen thatsächlichen Inhalt der Vorreden für diese die genauere Zeitbestimmung, u. A. auch deshalb, weil Hraban in den Überschriften selten seine amtliche Stellung be-

[1] Opp. ed. Colvener. V, 1 flg. Die Ergänzung einer grossen Lücke, die nicht immer beachtet worden ist, liefert Kunstmann aus einer Salzburger Hs. S. 170—210.

[2] S. Schönbach a. a. O. S. 107.

[3] Windisch, der Heliand und seine Quellen, S. 82—83.

[4] Vita Aeigili l. I c. 18 (SS. XV, 231), L. II c. 22 (Poet. Carol. II, 114) und Hraban's Inschriften (ebd. 209).

[5] Über den Heliand s. Sievers in der Zs. für deutsches Altert. XIX, 8 flg. und dagegen Jellinek ebd. XXXVI, 162 flg.

[6] Ruodolfi Mirac. Sanct. Fuld. c. 15. 'Erat enim in scripturis a pueritia valde studiosus et .. lectionem divinorum librorum plurimum adamavit'.

[7] Mit diesem in dem Catal. abbat. Fuld. (SS. XIII, 273) überlieferten Todestage stimmt eine Fulder Tradition vom Aug. 822 mit dem Namen Eigil's nicht, doch vermuthete schon Dronke (Cod. dipl. Fuld. 180) einen Fehler in dem Monat. Hraban erscheint als Abt zum ersten Male am 28. Oct. (ebd. p. 181).

[8] Siehe das Verzeichniss der Mönche unter ihm, SS. XIII, 217—218.

[9] Ruodolf. a. a. O.: 'in oratoriis, quae tempore sui regiminis numero XXX construxerat'.

zeichnet, sondern mit der ihm eigenen Bescheidenheit sich nur einen Sünder oder einen geringen und demüthigen Knecht Gottes oder ähnlich zu nennen pflegt[1].

Abgesehen von eigenen Erwähnungen Hraban's über die Reihenfolge, sind unser wichtigstes Hülfsmittel die Nachrichten, welche der ihm vertraute Mönch Rudolf über sein Wirken als Abt, d. h. vornehmlich über seine Erwerbungen von Reliquien, die ihm, ebenso wie Hildvin, Einhart und anderen Zeitgenossen, sehr am Herzen lagen, und über seine kirchlichen Stiftungen, aufgezeichnet hat. Er schliesst aber mit einer ziemlich vollständigen Aufzählung seiner Schriften und, da er unmittelbar vorher die Niederlegung der Abtswürde durch ihn im Jahre 842 berichtet hat, so reicht dieselbe gerade nur bis zu diesem Zeitpunkt, alles Spätere bleibt unbedingt ausgeschlossen, womit auch alle inneren Merkmale übereinstimmen. Immerhin behalten wir für die Vertheilung der Schriften noch eine Strecke von 20 Jahren.

Auf der Schwelle dieses Zeitraums steht zunächst[2] eine dem Erzbischof Haistolf gewidmete Sammlung lateinischer Predigten über die Jahresfeste und über die Tugenden und Laster, gleichfalls auf einzelnen Blättern, welche der Empfänger zu einem Bande vereinigen soll.

Wenn Hraban, wie wir sahen, seine Auslegungen der Bibel mit Matthäus begonnen hatte, so kehrte er nunmehr zum alten Testament zurück und fieng mit den Büchern Mosis an. Für den Leviticus benutzte er neben den bekannteren Vätern den Commentar des Priesters Hesychius von Jerusalem[3], der ihm einen neuen zuerst entbehrlich zu machen schien. Als Anreger dieser Arbeit erscheint der ihm befreundete Bischof Frechulf von Lisieux (etwa 825 bis 853)[4], der, nach dem fernen Westen verschlagen, dort an so völligem Büchermangel litt, dass ihm sogar eine Bibel fehlte. Hraban's Werk sollte ihm die vermissten Väter ersetzen, und ausdrücklich bat er zuerst um eine wörtliche, dann um eine mystische Auslegung der heil. Schrift. Befremdend ist jene Klage im Munde Frechulf's, der um 829 der Kaiserin Judith eine Weltchronik in zwei Büchern widmete, für welche er immerhin nicht weniger Quellen bedurfte, und man möchte daher

[1] Die Schlüsse, welche Hinschius (Decretales Pseudoisidor. p. CCIII) darauf gründen will, sind deshalb unsicher.

[2] Opp. ed. Colvener V. 580 (Handschrift unbekannt), von Rudolf nach dem Matthäuscommentar erwähnt, in dem Briefe Humbert's allerdings vor den Büchern de institut. clericor., doch ist darauf kein Gewicht zu legen.

[3] Bähr (Gesch. der röm. Litter. im karoling. Zeitalter S. 428) hielt diesen für verloren, doch wies schon Kunstmann S. 66 zwei alte Drucke nach; s. auch Fabricius, Biblioth. lat. lib. VIII p. 728.

[4] S. seinen Brief Hrabani opp. ed. Colvener II, 1. Als Bischof wird er zuerst im Jahre 825 erwähnt, s. Simson, Ludw. d. Fr. I. 247—249 und über seine Weltchronik, ebd. 326.

glauben, dass er die Vorstudien dazu schon früher, vielleicht am Hofe, gemacht habe, wenn er sie auch erst in seinem Bisthum vollendete. Wo Frechulf Hraban's Bekanntschaft gemacht, ob in Tours, in Fulda oder am Hofe, wissen wir nicht; jedenfalls dürfen wir uns Beide als befreundete Altersgenossen denken.

Zur Fortsetzung des für Frechulf bearbeiteten Pentateuchs veranlassten Hraban einerseits der Bischof Humbert von Wirzburg, andererseits Friedrich von Utrecht. Jenem widmete er die Auslegung der Bücher der Richter und Ruth, diesem die des Buches Josua, wodurch der Pentateuch zum Oktateuch erweitert wurde. Die Freundschaft mit Friedrich erhellt auch aus einem an ihn gerichteten Gedichte[1], worin er seinen Namen durch 'Räche den Frieden' verdeutscht, wie er denn dergleichen spielende Übersetzungen liebte. Friedrich's Tod wird gewöhnlich in das Jahr 838 gesetzt, aber diese mit Fabeleien zusammenhängende Angabe[2] ist ganz unsicher und vermag nicht als Anhalt für die Zeitrechnung zu dienen.

Viel besser kennen wir Humbert, seit 832 Bischof von Würzburg[3], vorher vermuthlich Landbischof[4], der schon 838 bei der Einweihung der Kirche von Holzkirchen mit Hraban zusammenwirkte. Er ist vielleicht mit dem von letzterem in mehreren Gedichten verherrlichten Bischof Praeclarus[5] identisch und starb im Jahre 842. In dem Briefe, mit welchem Hraban ihm den gewünschten Commentar übersandte, wird Friedrich als ein eben Verstorbener erwähnt. Die darin vorkommende Erinnerung an gemeinsame Gefahren, welche heftig dräuten, würde etwa dem Jahre 838, dem Ausbruch des Krieges gegen Ludwig den Deutschen, gut entsprechen[6], wodurch gerade Fulda unmittelbar berührt wurde, wiewohl es auch auf andere Ereignisse jener Jahre bezogen werden kann. Auch eine kurze Denkschrift über verbotene Verwandtschaftsehen schrieb Hraban auf Bitten seines Freundes Humbert[7]. Andere Briefe an ihn sind verloren gegangen[8].

---

[1] Poet. Carol. II, 181—182. In v. 23 übersetzt er den Namen Fridurih mit 'Ulciscere pactum'. Diese Stelle ist Ebert (Gesch. der Litter. II, 127 A. 2) bei der Aufzählung der Verdeutschungen Hraban's entgangen.

[2] S. die fabelhafte Passio S. Friderici, SS. XV, 353 u. 3.

[3] S. den Würzburger Katalog SS. XIII, 338 und die sog. Würzburger Chronik SS. VI, 27. Die ihm zugeschriebene Amtsdauer würde auf das Ende des Jahres 831 als Antritt führen.

[4] Im Jahre 829, s. Forsch. z. d. Gesch. V, 388.

[5] Poet. Carol. II, 175—181. Die Gedichte an ihn enthalten nichts Charakteristisches, aber —bert konnte durch clarus wiedergegeben werden.

[6] Opp. III, 2—3: 'quia non solum propriae aegritudinis molestia, verum etiam communis periculi, quod instanti tempore valide imminet pregravatus sum'. Vergl. Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 176 Anm. 1.

[7] Opp. VI, 165; Mansi Concil. coll. XVI, 869—872.

[8] S. Forsch. z. deutschen Gesch. XXIV, 421—425.

An den Oktateuch schlossen sich die historischen Schriften des alten Bundes an. Mit dem vielvermögenden Erzkaplan Hildvin, Abt von St. Denis, war ein an den Hof Ludwig's entsandter fuldischer Mönch zufällig zusammengetroffen und hatte von ihm die Bitte vernommen, dass Hraban ihm eins seiner Werke, gleichviel welches, schicken möge. Am geeignetsten hielt Hraban dafür eine kurz zuvor für den Unterricht der fuldischen Mönche verfasste Auslegung zu den Büchern der Könige. Er verschmähte es hierbei nicht, ausser bei den Kirchenvätern sich in den Schriften eines gelehrten Hebräers Rathes zu erholen[1]. Diese Schrift überreichte er Hildvin persönlich, als er mit ihm im August 829 auf der folgenschweren Reichsversammlung zu Worms sich begegnete[2].

Ein Gespräch mit einem Hofgeistlichen, dem Archidiaconus Gerolt, das Hraban bei dieser Gelegenheit führte, gab ihm durch dessen Aufforderung den Anlass zu zwei weiteren Commentaren, zu den Büchern der Chronica und der Makkabäer. Während er den letzteren[3], für welchen ihm auch der lateinische Josephus und Justinus[4] als Quellen wichtig wurden, jenem Gerolt widmete, eignete er den ersteren, bei welchen er denselben Hebräer zu Rathe zog, dem jungen Könige Ludwig zu, dessen persönliche Bekanntschaft, nachdem er schon viel Rühmliches von ihm gehört, er wahrscheinlich auf derselben Wormser Reichsversammlung gemacht hatte[5].

Unzweifelhaft muss diese Widmung in eine Zeit fallen, in welcher zwischen dem alten Kaiser und seinem Sohne Ludwig wieder volles Einvernehmen bestand, also zwischen 834 und 838, die Jahre, in welchen die ostfränkischen Lande diesem bereits vorläufig überlassen waren. Damals empfieng auch am 5. Februar 834 das Kloster Fulda von ihm als seinem künftigen Landesherrn eine Verleihung, sowie später eine Schenkung[6]. Hiezu stimmt es, dass Hraban in der Vorrede den dem Abte Hildvin 829 überreichten Commentar einige Jahre früher entstanden sein lässt[7]. Wenn er gleichzeitig erwähnt, dass er diesen dem alten Kaiser bei dessen Besuch im Kloster Fulda selbst übergeben

[1] Opp. III, 45: 'Praeterea Ebraei cuiusdam modernis temporibus in legis scientia non ignobiliter eruditi opinionem, quam ille dixit super huius libri capitulis traditionem Ebraeorum habere, non paucis locis simul cum nota nominis eius inserui' u.s.w.

[2] Diesen Zeitpunkt hat Kunstmann S. 72 schon richtig bestimmt.

[3] Opp. IV, 380—381.

[4] Er nennt ihn öfter Trogus Pompeius. Diese Benutzung hat Rühl in seiner Schrift »Die Verbreitung des Justinus im Mittelalter«, Leipzig 1871, übersehen.

[5] Seine Anwesenheit daselbst ist bezeugt, s. Simson, Ludw. d. Fr. I, 321.

[6] Mühlbacher, Reg. Carol. N. 1316 vergl. N. 958. Dass das Kloster stets nach den Jahren des alten Kaisers zählte, habe ich schon früher bemerkt, Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 129.

[7] Opp. III, 145: 'Ante annos enim aliquot rogatu Hildoini abbatis' u. s. w.

habe[1] — wovon eine besondere poetische Widmung Zeugniss ablegt[2] —, so scheint er damit auf das Jahr 832 zu deuten. Aber auch der junge König begrüsste in dieser Zeit die Mönche und ihren Abt persönlich, etwa 835 oder 836[3].

Unter die Regierung Ludwig's des Frommen fallen von den weiteren Auslegungen der Bibel noch die zu den im Mittelalter sehr beliebten Büchern Judith und Esther. Sie wurden mit schmeichelhaften Worten der für das geistige Leben ihrer Zeit sehr empfänglichen Kaiserin Judith zugeeignet[4]. Die Erwähnung von Kämpfen, die noch fortdauern, und von überwundenen Widersachern lässt schliessen, dass dies nicht vor 830, wahrscheinlich aber erst nach 834 der Fall gewesen sein kann. Zu Judith's Sohne Karl hatte Hraban keine Beziehungen.

Rudolf von Fulda zählt in seinem vorher angeführten Berichte 2 Reihen von Werken Hraban's nach einander auf, zuerst die grösseren Bücher, unter denen die Bibelcommentare überwiegen, sodann die kleineren, gleichsam Gelegenheitsschriften, und zwar ohne bestimmte Zeitfolge. Beide sind also nicht etwa nach, sondern neben oder durch einander entstanden. In das Jahr 834 fallen von dieser letzteren Art zwei, die ausdrücklich für den Kaiser Ludwig bestimmt waren.

In der ersten, die aus 12 Capiteln mit einer poetischen Vorrede besteht[5], wird vor Allem der Gehorsam gegen die von Gott gesetzte Obrigkeit gepredigt und die völlige Unrechtmässigkeit der Auflehnung des Thronerben Lothar gegen seinen Vater, ferner die Unrechtmässigkeit der Absetzung des alten Kaisers auf Grund seines Sündenbekenntnisses dargethan. Alles dies hauptsächlich mit Bibelsprüchen, wozu einige wenige Stellen aus den Kirchenvätern und aus der Weltgeschichte des Orosius kommen. Hraban wollte damit vor Allem das Gewissen des Kaisers selbst über jenen, wenn auch erzwungenen Verzicht beruhigen, und seine Schrift steht somit in sichtlichem Zusammenhange mit dessen feierlicher Wiedereinsetzung zu St. Denis am 1. März 834. Dass sie erst in die Zeit der Herstellung Ludwig's fallen muss, beweist

[1] S. über diesen Besuch Simson, Ludw. d. Fr. II, 21 A. 11.

[2] Poet. Carol. II, 164, auch im Cod. Palat. 293 f. 1' aus dem 9. Jahrh.

[3] Mansi Coll. conc. XVI, 863 an Reginbald: 'Hludowici regis adventus.. nobis imminens urgebat, ut ad eius susceptionem occupati essemus', wegen der Erwähnung Humbert's hieher gehörig, obgleich von Rudolf nicht erwähnt.

[4] Die an sie gerichtete Vorrede zuerst bei Mabillon, Acta SS. ord. S. Bened. IV, 2, 42–43, der sie um 836 ansetzt, die poetische Widmung Poet. Carol. II, 165, mit Bild in dem Jahrb. der kunsth. Samml. XIII, 4.

[5] Zuerst von Baluze 1704 in der dritten Ausgabe des Petrus de Marca, De concordia imperii et sacerdotii, im Anhange herausgegeben und danach öfter nachgedruckt, namentlich Francofurti 1708, col. 1271–1286. Meine frühere Ansicht über die Zeit der Entstehung (so auch Mabillon, Acta SS. IV, 2, 41) musste ich gegen Simson festhalten, s. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 105.

vornehmlich die an diesen gerichtete Aufforderung, den reuigen Sohn, nämlich Lothar, zu Gnaden wieder aufzunehmen, die nur möglich war, solange man noch nicht wusste, dass Lothar sein Heil in den Waffen suchen würde.

Hraban hatte in der grossen Erschütterung des Reiches, welche Vieler Gewissen verwirrte, seine Treue glänzend bewährt. Der Kaiser forderte ihn daher noch zu einer zweiten Schrift ähnlicher Richtung auf, in welcher in 40 Capiteln eine Pflichtenlehre für alle Stände in lauter Bibelstellen aufgestellt wird[1]. Ein besonderer Beweis des Vertrauens war es, dass der abgesetzte Erzbischof Ebo von Reims, der Hauptgegner Ludwig's, im Jahre 835 seiner Bewachung anvertraut wurde.

Minder sicher als bei den beiden vorhergehenden Schriften lässt sich leider der Zeitpunkt der Entstehung einer in Briefform gehaltenen Vertheidigung der Chor- oder Landbischöfe feststellen, welche sich an den Erzbischof Drogo von Metz (seit 823) wendet[2]. Diese Männer in den weit ausgedehnten bischöflichen Sprengeln des Ostens unentbehrliche und anerkannte Gehülfen der Bischöfe, nahm Hraban gegen die Angriffe in Schutz, die vom Westen aus gegen sie gerichtet wurden[3]. Denn dort, wo man besonders in Reims und Lyon üble Erfahrungen mit ihnen gemacht hatte, wollte man sie in ihren Befugnissen zu blossen Priestern herabdrücken. Während man früher geneigt war, diese Schrift erst in die erzbischöfliche Zeit Hraban's zu setzen, so wird dies schon durch ihre Erwähnung bei Rudolf ausgeschlossen. Aber da der erste ernstliche Angriff gegen die Landbischöfe von der Pariser Reformsynode des Jahres 829 ausgieng[4], dem ein zweiter erst zu Méaux 845 folgte, so liegt eigentlich kein triftiger Grund vor, die Vertheidigung von jener allzuweit abzurücken, und ich möchte sie in eins der folgenden Jahre setzen. Für die zeitliche Feststellung Pseudoisidor's[5], der Hraban an einer Stelle benutzt hat, wird daher aus dieser Zeitbestimmung kaum etwas zu gewinnen sein.

Die günstige Meinung über die Landbischöfe, welcher Hraban in dieser Schrift Ausdruck gab, bethätigte er auch durchaus im praktischen Leben. So wirkte er bei der Einweihung der Kirche auf dem Petersberge am 28. September 836 mit, welche der Chorbischof Regin-

[1] Bei Wolfg. Lazius, Fragmenta quaedam Caroli M. etc., Antverp. 1560 p. 190—306.

[2] Zuerst ohne die Überschrift an Drogo im Jahre 1671 herausgegeben von Labbe Coll. concilior. VIII. 741 aus Cod. Palat. 576 und daraus öfter wiederholt, dann 1704 von Baluze nach dem Cod. Paris. 2443 in Petri de Marca Concord. imp. et sacerd. ed. 3.

[3] Nach dem handschriftlich berichtigten Texte war es jedoch nur ein westfränkischer Bischof, der ihre Weihen geradezu für ungültig erklärte.

[4] Mansi Coll. concil. XIV. 556 L. I c. 81, zu Worms kürzer wiederholt c. 9. Capitul. reg. Francor. II. 32.

[5] Decretal. ed. Hinschius p. 716. 717 vergl. p. CCII.

bald im Auftrage des Erzbischofs Otgar vornahm[1]. Demselben beantwortete er eine Reihe von Fragen aus dem Gebiete der Kirchenzucht[2] und widmete ihm drei Bücher über die letztere[3]. Ähnliche Fragen beantwortete er dem Chorbischof Reginher († 853), der in Thüringen wirkte[4], und schickte ihm Predigten für das Volk, dem Chorbischof Thiotmar († 857) endlich, den er ausdrücklich seinen Mithelfer im Amte nennt[5], widmet er ein Buch über das geistliche Amt, die Sacramente und die geistlichen Gewänder, grossentheils Wiederholung aus De instit. clericor.

Vielleicht noch bei Lebzeiten Ludwig's vervollständigt Hraban seine Bibelcommentare durch umfangreiche Erläuterungen zum Buche der Weisheit Salomon's und zum Jesus Sirach, die er dem Erzbischof Otgar einzeln zueignete[6]. Seit dem Beginn des Jahres 826[7] war auf Haistolf, mit dem Hraban ein besonderes Pietätsverhältniss verband, Otgar gefolgt, mit welchem derselbe nicht immer ganz übereingestimmt zu haben scheint, zumal da er bei der Erhebung gegen Ludwig als ein heftiger Parteimann auf der Seite Lothar's stand.

Die Anfänge des Streites Hraban's mit dem unbotmässigen Mönche Gotschalk, die sich auf der Mainzer Synode von 829 abspielten, will ich hier übergehen, weil sie allzu oft schon von Anderen behandelt worden sind[8]. Von der daraus entspringenden Schrift für die Darbringung der Kinder nach der Regel Benedict's, nur durch eine einzige Melker Hs. überliefert[9], muss die Vorrede fehlen, da Rudolf ausdrücklich meldet, dass sie an den Kaiser Ludwig gerichtet sei. Mit dieser Angelegenheit hing die erste Streitschrift zusammen, die, wie ich schon früher

[1] Ruodolf. Mirac. SS. Fuld. c. 14 (SS. XV, 339).

[2] Hartzheim Conc. Germ. II. 214 flg., besser bei Mansi Coll. conc. XVI, 863—869, wegen der Erwähnung Humbert's als eines Lebenden noch unter Ludw. d. Fr. zu setzen, von Rudolf übergangen.

[3] Opp. ed. Colvener. VI. 60. Er starb vor 856, da ihm Hraban die Grabschrift setzte, s. Poet. Carol. II. 242.

[4] Forsch. zur Deutschen Gesch. V. 382—384.

[5] Opp. ed. Colvener. VI. 50. Ihm gehörte einst die Pariser Hs. 2443 nach einer Notiz auf der ersten Seite: 'Thiotmar corepiscopus adquisivit'. Vergl. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I. 314—315.

[6] In 3 und in 10 Büchern. Opp. III. 362 und 394. Er rühmt besonders die Milde und Sanftmuth Otgar's, ebenso in seiner Grabschrift. Poet. Carol. II. 239, wo er aber den Fortunatus ausschreibt.

[7] Die 12 Jahre seiner Amtsdauer und der 28. Dec. als Todestag führen auf das Ende des Jahres 825, das nach der Zählung der Jahre von Weihnachten als 826 bezeichnet werden musste, dazu stimmen auch die 22 Jahre Otgar's, s. Corn. Will, Regesten der Mainzer Erzbisch. I, 54.

[8] S. zuletzt Traube, Poet. Carol. III, 708. 709.

[9] Mabillon Annal. ord. S. Bened. II. 726—736, vergl. Rudolf a. a. O.: 'ad Hludvicum imperatorem scripsit librum I contra eos, qui oblationem secundum regulam sancti Benedicti destruere volebant'.

im Anschluss an Mabillon nachgewiesen habe[1], Hraban auf dem Feldzuge gegen Ludwig von Baiern, an welchem er zu Anfang des Jahres 840 Theil nahm, dem für Verona erwählten Bischof Noting widmete. Auch sie besteht fast nur aus Citaten der Bibel, Augustin's und Prosper's.

Der Tod Ludwig's des Frommen (am 20. Juni 840), der Hraban's Treue durch manche Gnadenbeweise für sein Kloster belohnt hatte, stellte ihn vor eine folgenreiche politische Entscheidung, aber ebenso wie sein Vorgesetzter, Otgar von Mainz, zögerte er keinen Augenblick, sie im Sinne des Verstorbenen zu treffen und zur Erhaltung der Reichseinheit sich auf die Seite Lothar's zu stellen. Dieser aber weilte zunächst noch in der Ferne und erschien erst im August 840 in Mainz, um die Erbschaft anzutreten. Zweimal besuchte er diese Stadt dann noch im weiteren Verlaufe der Ereignisse, im Frühjahr und im August 841[2]. Bei einem dieser Aufenthalte, sicher mindestens bei dem letzten, bei welchem Lothar dem Kloster Fulda Salzungen bestätigte[3], finden wir Hraban in der Umgebung des jungen Kaisers, den er schon vorher in Aachen getroffen hatte[4], und er rühmt später die freundliche Aufnahme, die er bei ihm und seiner Gemahlin Irmingard gefunden habe[5]. So mag er damals etwa die schon früher begonnene Auslegung zum Propheten Jeremias, die erste zu einem der prophetischen Bücher des alten Testamentes, Lothar auf dessen schriftlich geäusserten Wunsch übersandt haben. In der Vorrede bekennt er sich als den entschiedensten und beharrlichen Anhänger seines Rechtes[6].

Die Gesinnungen Hraban's waren jedoch nicht die seines Klosters. Bezeichnend dafür ist, dass in einer Schenkung an Fulda vom 22. Februar 841[7] nach den Jahren Ludwig's des Deutschen gezählt und der Name des Abtes verschwiegen wird. Damals also mag Hraban fern von dem Kloster geweilt haben. Seine vorübergehende Rückkehr bezeugen zwei andere Urkunden vom 2. April 841, in denen das zweite Jahr Lothar's gezählt wird[8]. Der fluchtartige Rückzug desselben in die Rhonelande im Frühjahr 842 entschied auch über das Schicksal des Klosters.

[1] S. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 332 A. 2.

[2] S. Mühlbacher, Regesten I. 392. 397. 403.

[3] Mühlbacher N. 1053: 'ob divini cultus amorem et sapientiae suae reverentiam'. Salzungen war zuvor einem Vasallen Sigefrid verliehen worden.

[4] Mühlbacher N. 1052 aus Aachen vom 31. Juli. Bestätigung der Immunität u. s. w. auf Bitte Hraban's.

[5] Poet. Carol. II, 173: 'Memor clementiae vestrae .... qua me praeterito tempore in Mogontiaco oppido indignum suscepistis, quando ibi apud dominum Hlotharium imperatorem praesentialiter affuistis'.

[6] Opp. III, 1–2: 'tui iuris amator ac tuae sanctae voluntatis devotus exsecutor, fidelis tibi, Christo tribuente, quamdiu vixero, perseverabo'.

[7] Dronke, Cod. dipl. Fuld. p. 236, wo der Herausgeber den Namen Hrabanus willkürlich eingefügt hat.

[8] Ebd. p. 237.

Freiwillig legte Hraban, nachdem die Brüder ihn vergeblich zurückberufen, da er der alten Fahne treu bleiben wollte, seine Abtswürde nieder, die er durch 20 Jahre mit Ehren geführt hatte, und mit seiner nachträglichen Zustimmung, aber in seiner Abwesenheit, wurde sein Freund Hatto zum Nachfolger gewählt[1]. Er selbst aber, den auch die wissenschaftliche Musse mächtig anzog, liess sich auf einer Höhe unweit des Klosters nieder, dem sogenannten Uges- oder Uvesberge[2], welcher von einer durch Hraban dem h. Petrus geweihten Kirche den Namen des Petersberges angenommen hat. Hier lebte er ganz seinen Studien in stiller Zurückgezogenheit.

Selbst in den unruhigen Zeiten, die dem Tode des alten Kaisers sowohl unmittelbar vorangiengen als nachfolgten, hatten sie trotz körperlicher Leiden nicht völlig geruht. Gerade damals schloss Hraban einen seiner umfangreichsten, aber auch unselbständigsten Commentare, den zu den Paulinischen Briefen, in 30 Büchern ab, die er seinem früheren Schüler Lupus[3], auf dessen Bitte er ihn unternommen hatte, in besonders freundschaftlichem Tone widmete und zugleich seinem ehemaligen Mitschüler, dem Bischof Samuel von Worms. Jenem, bevor er noch in Ferrières auf Odo als Abt gefolgt war[4]. In einer Sammlung von Bussvorschriften, die er für Otgar zusammenstellte, äussert er seine Missbilligung über die grosse Schlacht von Fontenoy (25. Juni 841), deren Mitkämpfer ihm sehr der Busse bedürftig schienen, obgleich sie auf Befehl ihrer Herrscher gestritten hatten[5].

[1] Die beiden Berichte des Annalista Saxo und der Ann. Yburg. 840 (SS. VI. 575. XVI. 436) stammen aus einer gemeinsamen Quelle, s. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 176. Wenn sie den Wechsel in das Jahr 840 setzen, so bezieht sich dies wohl mehr auf den Anfang ihres Berichtes: 'Hrabanus . . relicta quam habuit potestate, ultra Rhenum fluvium in regnum Hlotharii se contulit': die ersten Urkunden unter Hatto sind vom 2. und 7. April 842 (Dronke, Cod. Fuld. p. 242).

[2] Ruodolfi Mirac. SS. Fuld. c. 14, 15 (SS. XV, 339. 340), wo ich den Zusatz S. Petri an zweiter Stelle für unnöthig halte; Catal. abbat. Fuld. (SS. XIII, 273): 'et Uvesberg, quem aedificavit perrexit'. Ein Theil des alten Baus ist noch in dem heutigen erhalten (vergl. Dronke, Tradit. Fuld. p. 60).

[3] Durch Aldrich von Sens wurde er im Anfange der dreissiger Jahre nach Fulda entsandt.

[4] Er ertheilt ihm nicht ausdrücklich den Abtstitel. Nach A. Giry in den Études d'hist. déd. à Monod p. 116 wäre L. am 22. Nov. 840 Abt geworden, weil er in einer Originalurk. Karl's des K. vom 10. Mai 841 schon als solcher genannt wird. Ich möchte gleichwohl seine Einsetzung erst auf den 22. Nov. 841 verlegen, da in dieser kriegerischen Zeit die Wahl der Brüder und die Verdrängung Odo's der königlichen Ernennung sehr wohl nachgefolgt sein kann und der an Hraban gerichtete Brief sich schlecht mit dem Jahre 840 vereinigen liesse. Samuel wurde wahrscheinlich 840 Bischof, s. Capitul. reg. Francor. II, 112.

[5] S. meine Gesch. des Ostfränk. Reiches I, 161. Hraban nennt die Schlacht 'homicidium, quod nuper in seditione et praelio principum nostrorum perpetratum est'. In dem ungefähr 12 Jahre später an Heribald von Auxerre gerichteten Schreiben c. 4 (Hartzheim, Conc. Germaniae II, 194) behielt er dieselben Worte und auch das nuper bei.

Obwohl Hraban im Herzen seiner Anhänglichkeit für den Kaiser treu blieb und derselben noch wiederholt Ausdruck gab, führten die freundlichen Beziehungen, die schon früher mit Ludwig dem Deutschen bestanden hatten, auch mit diesem zu einer Aussöhnung. Sie wurde auf einer persönlichen Zusammenkunft in Rasdorf[1] bei Geisa, einer klösterlichen Niederlassung, wohin der König ihn beschied, besiegelt und äusserte bald ihre Wirkungen in litterarischen Gaben an den für Theologie sich lebhaft interessierenden Herrscher.

Denn schon bei jener Unterredung sprach der König den Wunsch nach einer allegorischen Erklärung der in der heiligen Schrift vorkommenden Gesänge aus, den Hraban einige Zeit darauf erfüllte, nachdem er anfänglich auf seine früheren Werke, worin dieselbe bereits vorkomme, verwiesen hatte. Aber dieser, wie es scheint, ersten Zueignung folgten bald mehrere andere, deren Zeitfolge sich nicht genau feststellen lässt: eine Auslegung zum Propheten Daniel[2], ein Jahr später der früher Gerolt gewidmete Commentar zu den Makkabäern[3]. Es schloss sich ein in 22 Bücher getheilter Abriss des gesammten Wissens 'De universo' an, welcher, durchaus auf Isidor's Etymologien fussend, fast nur die mystischen Deutungen hinzufügt. Ausser dem Könige wurde er auch gleichzeitig dem befreundeten Bischof Hemmo von Halberstadt gewidmet[4]. Vielleicht hing mit jener Annäherung an Ludwig auch die Widmung seines Martyrologiums zusammen, die sich an zwei seiner vertrauten Rathgeber, den Erzkaplan Grimold und den Kanzler Ratleik richtete[5]. Von geringen Zusätzen abgesehen, ist auch dies Werk ganz aus bekannten Quellen geschöpft. Mit der Wahl zum Erzbischof von Mainz an Otgar's Stelle endete im Jahre 847 die glückliche Musse auf dem Petersberge und begann der letzte, äusserlich am meisten hervortretende Abschnitt in dem Wirken Hraban's.

[1] Opp. VI. 293: 'Nuper quando ad vos in cellula monasterii nostri, quae vocatur Ratesthorp veni'. Vergl. über den Ort, an welchem unter Hraban eine Kirche erbaut worden, Ruodolf. Mirac. SS. Fuld. c. 13 (SS. XV, 338). Kunstmann (S. 144) wollte diese Zusammenkunft mit Ludwig's Besuch in Hersfeld in Verbindung bringen, von dem Rasdorf nicht allzuweit abliegt, doch gehört nach Mühlbacher N. 1134. 1135 dieser Besuch in das Jahr 843, nicht, wie man früher nach den Hersfelder Annalen meinte, 845. Letzteres Jahr vermuthete Mühlbacher (S. 529) mit geringerer Wahrscheinlichkeit für die Zusammenkunft.

[2] Nur die Vorrede ist gedruckt bei Kunstmann S. 210–213.

[3] Opp. IV. 380: 'Praeterito siquidem anno transmisi vobis tractatum in Danielem prophetam'.

[4] Opp. I, 53 flg. Die von Kunstmann (S. 113) daraus angeführte Erklärung des Wortes sacramentum gehört Isidor an. Etymol. VI, 19. 39. 40. Hemmo war Bischof von Halberstadt 840–853. Mabillon (Annal. II. 611) hielt ihn für einen früheren Mönch von Fulda (815–823).

[5] Forschungen zur deutschen Gesch. XXV. 197–200.

Ausgegeben am 20. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1898.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

20. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Warburg hielt einen Vortrag: Über die Entstehung der Spitzenentladung. (Ersch. später.)

Eine Spitze befindet sich in einer metallischen Hülle. Die Elektricitätsmenge *e*, welche in einer kleinen Zeit (ungefähr 0.01 Sec.) nach Herstellung einer elektrischen Potentialdifferenz zwischen Hülle und Spitze aus dieser durch Leitung in die Luft entweicht, wird gemessen und verglichen mit derjenigen Elektricitätsmenge *ε*, welche in derselben Zeit entweicht, wenn der am Galvanometer beobachtete Strom sich als constant erweist.

2. Hr. Fischer legte eine Abhandlung der HH. Dr. M. Krüger und Dr. G. Salomon vor: Die Alloxurbasen des Harns.

Durch ein neues Trennungsverfahren ist es gelungen, im menschlichen Harn ein neues Methylxanthin zu finden und zugleich das quantitative Verhältniss der anderen Alloxurbasen festzustellen.

3. Die philosophisch-historische Classe hat Hrn. Prof. Dr. Freudenthal in Breslau 700 Mark zu Forschungen über das Leben Spinoza's bewilligt.

Die Alloxurbasen des Harns.

Von Dr. M. Krüger und Dr. G. Salomon
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Fischer.)

Die Alloxurbasen sind im menschlichen Harne zahlreicher vertreten als in irgend einer anderen thierischen Flüssigkeit oder in Geweben. Vermisst werden von den natürlich vorkommenden Gliedern dieser Gruppe nur das Caffeïn, Theobromin und Theophyllin, welche drei ausschliesslich dem Pflanzenreiche anzugehören scheinen. Die übrigen, 7 an der Zahl, werden in den Lehrbüchern der physiologischen Chemie theils als normale, theils als pathologische Harnbestandtheile aufgeführt. Es sind das die Basen: Xanthin, Heteroxanthin, Paraxanthin, Guanin, Adenin, Hypoxanthin, Carnin. Diesen Körpern sind noch zwei in den letzten Jahren aufgefundene Basen, das Episarkin und das Epiguanin, hinzuzuzählen, welche bisher nur je einmal gefunden und deren Formeln noch nicht endgültig ermittelt sind.

Von den genannten 7 Basen sind nur Heteroxanthin, Paraxanthin und Hypoxanthin durch Analyse und Reactionen nachgewiesen, Adenin und Xanthin nur durch Reactionen. An dem Vorkommen von Guanin und Carnin im Harne, obwohl von Pouchet mit Sicherheit behauptet, ist sehr zu zweifeln, da ein scharfer Nachweis der Basen in keiner Weise geführt ist.

Wenn demnach trotz der zahlreichen über diesen Gegenstand veröffentlichten Untersuchungen die Kenntniss von den Alloxurkörpern des Harns eine sehr lückenhafte ist und vor allem über die Mengenverhältnisse der einzelnen Basen nichts bekannt ist, so liegt diess zunächst an dem Mangel geeigneter Trennungsmethoden, ferner daran, dass die Basen nur in sehr kleiner Menge im Harne vorkommen, so dass man genöthigt ist, zum Nachweis derselben grosse Mengen des genannten Materials zu verarbeiten.

Mit Hülfe des Neubauer'schen Verfahrens, Umkrystallisiren der Silberverbindungen der Basen aus Salpetersäure (vom spec. Gew. 1.1), gelingt es zwar, die Alloxurbasen in 2 Gruppen zu sondern: 1. in eine

in dem genannten Lösungsmittel leichter lösliche Gruppe, Xanthin und seine Homologen, und 2. in eine schwer lösliche Gruppe, zu welcher Guanin, Adenin, Hypoxanthin, Episarkin und Epiguanin gehören, aber über eine weitere zweckmässige Trennung dieser Gruppen ist nichts bekannt.

Zur Gewinnung einer grösseren Menge der Basen wurden 10000 Liter Harn, welche in Krankenhäusern zu Berlin gesammelt waren, mit gütiger Erlaubniss der Fabrik-Directoren, HH. Dr. Holtz und Finzelberg, in der chemischen Fabrik (vorm. E. Schering) von dem Chemiker Hrn. Dr. Walzberg verarbeitet. Die Fällung der Basen geschah in der bisher üblichen Weise mit Ammoniak und Silbernitrat. Die Silberfällung wurde aus Salpetersäure umkrystallisirt, und so eine in Salpetersäure lösliche Fraction (A), die Xanthinfraction, und eine schwer lösliche Fraction (B), die Hypoxanthinfraction, gewonnen.

A. Die Xanthinfraction.

Die Xanthinfraction der Silberverbindungen wurde aus der salpetersauren Lösung durch Ammoniak ausgefällt, durch Schwefelwasserstoffgas zerlegt. Aus dem Filtrate vom Schwefelsilber wurden durch fractionirtes Eindampfen zwei Niederschläge erhalten, von denen der erste sich als fast reines Heteroxanthin erwies und durch Überführung in die Natriumverbindung gereinigt wurde. Der zweite Niederschlag war ein Gemenge von Xanthin, Heteroxanthin und dem bisher unbekannten 1-Methylxanthin. In der Mutterlauge blieb Paraxanthin zurück, das als schwer lösliche Natriumverbindung isolirt wurde.

Das Gemenge von Xanthin, Heteroxanthin und 1-Methylxanthin wurde zur Isolirung der einzelnen Basen folgendermaassen behandelt. Es wurde in der 15 fachen Menge 3.3 procentiger Natronlauge gelöst. Beim Erkalten schied sich die Natriumverbindung des Heteroxanthins fast vollständig aus, da die Löslichkeit derselben in verdünnter Natronlauge 1 : 2000 (berechnet für die freie Base) ist. Das Filtrat vom Heteroxanthinnatrium wurde in kalte, mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnte, concentrirte Salpetersäure allmählich unter Umrühren eingegossen, so dass auf 100^{ccm} Flüssigkeit etwa 20^{ccm} concentrirte Salpetersäure kamen. Während des Erkaltens und längern Stehens scheidet sich das Xanthinnitrat als schweres Krystallpulver fast vollständig aus, 1-Methylxanthin bleibt gelöst und wird durch Neutralisiren mit Ammoniak oder besser mit Soda ausgeschieden.

B. Die Hypoxanthinfraction.

Die Trennung dieser Fraction verursachte bedeutend grössere Schwierigkeiten, da die Zusammensetzung des in ihr enthaltenen Basengemisches eine wesentlich andere war, als man nach den bisherigen Erfahrungen erwarten musste. Ein Vorversuch ergab zunächst das vollständige Fehlen von Guanin und die Anwesenheit grösserer Mengen Xanthins und seiner Homologen.

Die bekannt leichte Dissociirbarkeit der Salze des Xanthins und seiner Methylderivate legte den Gedanken nahe, eine Trennung dieser Basen vom Adenin, Hypoxanthin u. s. w. durch Behandeln der salzsauren Salze mit Wasser zu erzielen, eine Methode, die zu guten Resultaten führte.

Es wurden daher die Silbernitratverbindungen der Basen aus der Hypoxanthinfraction durch Behandeln mit Ammoniak von Salpetersäure befreit, dann mit verdünnter Salzsäure in der Wärme zersetzt. Das Filtrat wurde nach dem Entfärben mit Thierkohle zur Trockne verdunstet und der Rückstand mit kaltem Wasser extrahirt. Hierbei blieb die ganze Menge des Xanthins und die Hauptmenge an Heteroxanthin und 1-Methylxanthin zurück; nur ein kleinerer Theil der letzteren gieng entsprechend ihrer Löslichkeit in stark verdünnter Salzsäure in Lösung. Das Gemenge der drei im Rückstand befindlichen Basen wurde in der oben angegebenen Weise getrennt.

Aus dem salzsauren Filtrate schied Ammoniak, im geringen Überschuss hinzugesetzt, sofort das Epiguanin in kleinen glänzenden Prismen aus. Dieselben zeigen die von M. Krüger und C. Wulff angegebenen Eigenschaften; sie sind fast unlöslich in kaltem Wasser, schwer löslich in heissem Wasser und Ammoniak, leicht löslich in Natronlauge, Salzsäure und Schwefelsäure. Die Verbindung gibt ein schön krystallisirendes Chromat und ein schwer lösliches Pikrat. Mit der Ermittelung der Zusammensetzung des Körpers sind wir noch beschäftigt.

Nach der Entfernung des Epiguanins wurde das ammoniakalische Filtrat zur Vertreibung des Ammoniaks längere Zeit erhitzt, und dann das Adenin durch Pikrinsäure als schwer lösliches Pikrat ausgefällt. Das Adenin wurde weiter durch Analyse der freien Base und des schwefelsauren Salzes identificirt.

Aus dem Filtrate vom pikrinsauren Adenin konnte endlich noch Hypoxanthin nach Entfernung der Pikrinsäure als salpetersaures Salz isolirt und durch Analyse dieses Salzes, wie des charakteristischen Pikrates identificirt werden.

Nach diesem Verfahren konnten aus den 10000^{L} Harn folgende Mengen der einzelnen Basen isolirt werden:

[redacted]

10^{gr}12 **Xanthin**; 22^{gr}35 **Heteroxanthin**; 31^{gr}32 **1-Methylxanthin**;

15^{gr}32 **Paraxanthin**; ferner:

8^{gr}51 **Hypoxanthin**; 3^{gr}54 **Adenin**; 3^{gr}40 **Epiguanin**.

Der Summe der drei letzten Basen 15^{gr}45 steht ein Gemenge von 79^{gr}10 Basen gegenüber, welche aus Xanthin und seinen Homologen bestehen.

Aus den vorliegenden Versuchen ergibt sich zunächst, dass es nach der erwähnten Methode gelingt, die Alloxurbasen in bequemer und sicherer Weise zu trennen. Sie geben ferner zum ersten Male Aufschluss über die Mengenverhältnisse der Basen; sie liefern das überraschende Resultat, dass die Homologen des Xanthins, welche nach den bisherigen Erfahrungen nur in untergeordneter Menge vorkommen sollten, gerade die Hauptmenge der Basen ausmachen. Endlich tragen die Versuche, wie uns scheint, wesentlich dazu bei, die Frage nach dem Ursprung wenigstens eines Theiles der Basen zu entscheiden.

Was den letztern Punkt anbetrifft, so gilt wohl — nach den Versuchen von A. KOSSEL, dem es gelang, die vier Basen, Guanin, Xanthin, Adenin und Hypoxanthin, als wesentliche Bestandtheile der Nucleïne nachzuweisen, und nach den Versuchen von HORBACZEWSKI, der den vermutheten genetischen Zusammenhang zwischen der Harnsäure und den genannten Nucleïnbasen experimentell begründen konnte — allgemein die Ansicht, dass die im Harn ausgeschiedenen Nucleïnbasen den Rest der aus dem Zerfall der Nucleïne stammenden Basen darstellen, deren Hauptmenge im Organismus entweder zu Harnsäure oxydirt oder in Stoffwechselproducte von niederm Moleküle gespalten wird. Die schon bekannten, im Harn entdeckten Basen, Heteroxanthin und Paraxanthin, welche Mono- bez. Dimethylderivate des Xanthins sind, passten nicht in den Rahmen dieser Theorie, wenn man nicht eine Methylirung des Xanthins im Organismus als möglich annehmen wollte. Licht über deren Herkunft verbreiteten erst die Untersuchungen von BONDZYŃSKI und GOTTLIEB, sowie die von ALBANESE, welche nach Verfütterung von Theobromin und Caffeïn bei Hunden und Kaninchen Heteroxanthin im Harne nachweisen, somit den Übergang höher methylirter Xanthine in solche mit einer geringeren Anzahl von Methylgruppen nachweisen konnten.

Das physiologische Verhalten des Theobromins gewinnt nach E. FISCHER ein besonderes Interesse, wenn man damit das chemische Verhalten des Körpers vergleicht und die Constitutionsformeln des Caffeïns, Paraxanthins und Heteroxanthins betrachtet. »Die Bildung[1] des Hetero-

[1] E. FISCHER, Ber. d. d. chem. Ges. 30, 2405.

xanthins aus dem Theobromin bei seinem Durchgang durch den thierischen Organismus entspricht vollkommen dem Verlaufe der Synthese des Heteroxanthins aus Theobromin. In beiden Fällen wird das gleiche Methyl des Theobromins abgespalten. Da ferner in dem Paraxanthin dieses Methyl fehlt, so halte ich es für wahrscheinlich, dass jenes im Organismus aus dem Caffeïn der Genussmittel in der gleichen Art entsteht wie Heteroxanthin aus Theobromin.«

Hiernach ist die in 3-Stellung befindliche Methylgruppe im Caffeïn und Theobromin beim Durchgang durch den Organismus am wenigsten beständig und wird am leichtesten herausgeschafft. Im Einklange damit steht die Thatsache, dass 3-methylirte Xanthinderivate, wie Theobromin und Theophyllin, im Harne bisher nicht gefunden sind; auch konnte 3-Methylxanthin selbst, auf welches wir besonders unser Augenmerk richteten, nicht nachgewiesen werden.

Das Vorkommen von 1-Methylxanthin unter den Basen des Harns stimmt vollständig mit der E. Fischer'schen Ansicht über die Schicksale des Caffeïns im Organismus überein und erweitert dieselbe. 1-Methylxanthin kann nur aus dem Caffeïn und nicht aus dem Theobromin, welch letzteres keine in der 1-Stellung befindliche Methylgruppe enthält, entstehen; und zwar wird Caffeïn zunächst in Paraxanthin übergehen, aus welchem dann durch Abspaltung des 7-Methyls 1-Methylxanthin entsteht.

Es mag noch bemerkt werden, dass aus Paraxanthin durch Entfernung des 1-Methyls auch Heteroxanthin entstehen kann, so dass für die Bildung des letztern nicht nur Theobromin, sondern auch Caffeïn das Material liefern könnte.

Eine weitere Stütze der Ansicht, dass die methylirten Xanthine des Harns aus dem Caffeïn und Theobromin der Nahrung entstammen und nicht etwa durch Methylirung des Xanthins im Organismus entstanden sind, ergibt sich auch aus der Thatsache, dass nur Xanthin und nicht die anderen Nucleïnbasen im methylirten Zustande im Harne vorkommen. Es wäre merkwürdig, wenn die Methylirung sich nur auf Xanthin erstrecken würde.

Nach diesen Erörterungen erscheint es uns zweifellos, dass die methylirten Xanthine des Harns, also die Hauptmenge der Alloxurbasen desselben, ihre Quelle im Caffeïn- und Theobromingehalt der Genussmittel haben.

Über den Ursprung der Nucleïnbasen, Xanthin, Adenin und Hypoxanthin, sollen und können die vorliegenden Untersuchungen keinen Aufschluss geben. Nur darf man an der Ansicht, dass ihr Bildungsmaterial ausschliesslich im Nucleïngehalt des Organismus zu suchen ist, zweifeln, soweit Xanthin in Betracht kommt. Hier darf die Ver-

muthung nicht zurückgewiesen werden, dass es durch Entmethylirung des 1-Methylxanthins und Heteroxanthins entstehen kann, also als Endproduct des Stoffwechsels vom Caffeïn und Theobromin anzusehen ist. In dieser Richtung sollen auch die Versuche zunächst fortgesetzt werden, und zwar ist die Absicht, zunächst mit den 3-Monomethylxanthinen, dann mit den 3-Dimethylxanthinen Stoffwechselversuche anzustellen, um das verschiedene Verhalten der 1-, bez. 3- und 7-Methylgruppe im Organismus vollständig kennen zu lernen.

Ausgegeben am 27. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
V.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

27. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit folgender Rede:

Zu ungewohnter Stunde, aber in gewohnter Gesinnung versammelt sich heute die Akademie der Wissenschaften, um mit dem ganzen deutschen Volke einmüthig das Geburtsfest unseres erhabenen Schirmherrn, des Kaisers und Königs Wilhelm II. zu feiern. Wir danken ihm und dem Geschicke, dass es uns vergönnt war, wiederum ein Jahr des Friedens zu erleben, und hoffen, dass die stattliche Kriegsflotte, die um die Jahreswende auf seinen Befehl nach dem fernen Osten gesegelt ist, auch dort nur friedliche Aufgaben zu erfüllen haben wird. Unter diesen Aufgaben liegt unserer wissenschaftlichen Körperschaft besonders eine am Herzen, dass sich dort in der bergumkrönten Bucht des Ostmeeres ein fester Stützpunkt deutscher Herrschaft bilde, von wo aus die wissenschaftliche Erschliessung Chinas, seiner reichen Natur- und Culturschätze nicht durch vereinzelte und zufällige Expeditionen wie bisher, sondern durch wohlorganisirte und methodisch geleitete Unternehmungen in's Werk gesetzt werden könne. Damit würde ein Lieblingswunsch Leibnizens, der nicht müde wurde, die Erforschung Chinas anzuregen, und sie unserer Akademie bei ihrer Gründung besonders an's Herz legte, in schönerer und wirksamerer Weise in Erfüllung gehen, als er selbst es hoffen durfte.

Doch es ist heute nicht der Tag, der dem Andenken unseres Stifters geweiht ist. Vielmehr gebeut uns unsere Satzung, neben des regierenden Königs Majestät auch des grossen Ahnen zu gedenken, dem unser Staat und unsere Akademie es vornehmlich zu danken haben, wenn sie heute beide im Rathe und Ansehen der Völker eine hervorragende Stellung einnehmen. Wie die Erzgestalt des alten

Friedrich vor unserem Hause hoch herabsieht auf die Stadt, der er das Gepräge aufgedrückt, so hebt sich sein Geist über dem Jahrhundert empor, dessen Denken und Wollen in ihm den schärfsten Ausdruck gefunden hat. Neben des Königs hochragender Gestalt aber zeigt uns Rauch's Denkmal auch die bedeutenden Feldherren und Staatsmänner, Gelehrte und Künstler, die sofort vor unserem geistigen Auge aufsteigen, wenn wir des grossen Friedrich gedenken. Für unsere Körperschaft wird unter diesen Paladinen am heutigen Festtage vor Allem Ein Name lebendig, der darum in dem Erz des Denkmals eingegraben steht, weil er die Erneuerung der Akademie, die dem Könige so sehr am Herzen lag, zu dessen vollster Zufriedenheit durchgeführt hat. Das Andenken des Praesidenten Maupertuis an dem diesjährigen Friedrichs-Tage zu erneuern, liegt uns um so näher, als wir damit die Feier der zweihundertjährigen Wiederkehr seines Geburtstages verbinden können, die in dieses Jahr fällt.

Natürlich hat die Dankbarkeit unserer Akademie nicht auf uns Spätgeborene gewartet, um ihrem Reorganisator den schuldigen Zoll zu entrichten. Vorübergehend hat schon unser grosser Mathematiker Kummer am Friedrichs-Tage 1865 die Verdienste seines Fachcollegen um die Mathemathik in der allerwärmsten Weise anerkannt. Doch dessen gedenken nur noch die Ältesten unter uns. Die Meisten aber haben gewiss noch in lebendiger Erinnerung, wie die beiden unvergesslichen Meister der Naturforschung, die das Geschick vor Kurzem aus unserer Mitte gerissen hat, von verschiedenen Seiten her ein fesselndes Bild des französischen Gelehrten entworfen haben. Helmholtz hat hier vor elf Jahren an dem gleichen 27. Januar, von einem einzigen Problem ausgehend, die ganze geistige Structur Maupertuis' in einer wunderbaren psychologisch-historischen Analyse dargelegt, und vor sechs Jahren, wiederum am gleichen Festtage, zeigte du Bois-Reymond dieselbe Persönlichkeit auf dem Hintergrunde seiner Zeit mit der Meisterschaft, die nur ihm, dem allumfassenden Naturforscher, dem feinsinnigen Kenner der französischen Aufklärungsphilosophie und dem glänzenden Schriftsteller zu Gebote stand.

Es sei ferne von mir, mit solchen Vorbildern irgendwie den Wettkampf aufnehmen zu wollen. Denn von allem Anderen abgesehen, bewegt sich die Hauptthätigkeit Maupertuis' in Wissenschaften, die von dem Gebiete des heutigen Festredners weit abliegen. Wenn er sich andererseits die dankbare Aufgabe stellen wollte, die ausserordentlichen Verdienste des Praesidenten um die Neugründung unserer Akademie eingehender zu beleuchten, müsste er befürchten, der Darstellung der Geschichte unserer Körperschaft vorzugreifen, die als Festgabe zu unserem in zwei Jahren bevorstehenden Jubilaeum

gedacht, bereits über die Zeit des grossen Friedrich hinaus vorgeschritten ist.

So würde der heutigen Jubilaeumsfeier wenig Stoff übrig bleiben, wenn es nicht der Zufall gefügt hätte, dass gerade in den letzten Jahren eine Fülle neuer Urkunden über Maupertuis zu Tage gekommen wären. Ausser einer grossen Reihe von werthvollen Briefen, welche in Frankreich aus dem Nachlasse Condamine's nach hundertjähriger Vergessenheit aus dem Schlosse d'Estouilly (in der Nähe von Ham) zum Vorschein gekommen und von Le Sueur veröffentlicht worden sind, hat sich durch neuere Forschungen die Echtheit der eigenhändigen Briefe Friedrich's an Maupertuis herausgestellt, welche aus der Autographensammlung Feuillet de Conche's in den Besitz des Königl. Geh. Staatsarchivs übergegangen sind. Die Thatsache, dass Abschriften dieser Originale, die vor hundert Jahren von dem Freunde Maupertuis', Beaumelle, angefertigt worden waren, sich sofort bei ihrer Veröffentlichung vor zwanzig Jahren als Fälschungen herausstellten, und der üble Ruf, dessen sich der damalige Besitzer der Originalbriefe erfreute, haben es verschuldet, dass man hier längere Zeit dieses Schatzes nicht recht froh zu werden vermochte. Allein die Publication dieser Documente, welche unser Mitglied Hr. Koser vorbereitet, wird allen Zweifeln ein Ende bereiten und das Bild des grossen Königs um viele geistvolle und wahrhaft edle Züge bereichern.

Es ist mir gestattet worden, Ihnen bereits heute einige Bruchstücke jener Correspondenz Friedrich's an Maupertuis vorlegen zu dürfen, welche theilweise durch die noch ungedruckten Briefe Maupertuis' an den König, die ebenfalls auf dem hiesigen Staatsarchiv sich befinden, ergänzt und vervollständigt werden. Die Correspondenz erstreckt sich von den Jahren 1738, wo Friedrich noch als Kronprinz mit Maupertuis in Verbindung tritt, bis zu dessen Tode 27. Juli 1759. Nicht ohne Rührung lesen wir die Todesanzeige seiner Wittwe an den König vom 29. Juli jenes Jahres, mit der das Convolut der im Staatsarchiv befindlichen Maupertuis-Briefe schliesst.

Es ist eine wahre Herzensfreude, diese Correspondenz durchzulesen, die sich gleichbleibende, ja womöglich von Jahr zu Jahr zunehmende Herzlichkeit des Fürsten zu beobachten, der seinem Praesidenten volles Vertrauen schenkt und ihm selbst in den schwierigsten und bedenklichsten Lagen als treuer und aufopferungsfähiger Freund zur Seite tritt. Ja wir verstehen erst jetzt, wo wir dieses seltene Freundschaftsverhältniss ganz überblicken und oft von Tag zu Tag verfolgen können, wie der ritterliche König es für Pflicht hielt, den Praesidenten und seine Akademie auch da zu decken, wo die kalte Vernunft Zurückhaltung geboten hätte. Weder Friedrich's noch Maupertuis' Briefe

zeigen die gehaltvolle, oft geradezu dämonische Kraft der Correspondenz mit Voltaire, wo sich die zwei genialsten Köpfe jener Zeit gegenseitig zum witzigsten und geistvollsten Wettkampfe anstachelten; aber dafür entbehren sie auch vollständig jener Ausbrüche vulkanischer Leidenschaft, welche den brieflichen Verkehr der beiden feurigen Naturen stellenweise trübten und peinlich gestalteten.

Freilich fehlt es auch dem Leben Maupertuis' nicht an aufregenden und schwierigen Augenblicken; ja seine Berliner Zeit, deren Anfang so glückverheissend schien, war in ihrer zweiten Hälfte in körperlicher und geistiger Beziehung ein trauriges Martyrium.

Pierre-Louis Moreau de Maupertuis gehört zu jenen tragischen Gelehrtengestalten, die zu früh berühmt werden und dann nicht die Kraft besitzen, auf gleicher Bergeshöhe weiter zu wandern, oder die Resignation, die Schritte gelassen thalabwärts zu lenken. Sie merken im Innersten wohl die Abnahme der Kräfte, aber ihr Ehrgeiz reisst sie empor und verleitet sie, durch Sensationsstücke den alten Ruhm auf's Neue erobern zu wollen. Indem sie die frischen Kränze, welche die Welt ihnen vorbehält, sich selbst auf's Haupt drücken, erregen sie den Spott ihrer Feinde und das Mitleid ihrer Freunde. So enden sie ihr Leben in Gram und Bitterniss. Auch unsere Akademie hat manches Beispiel solchen Leides. Einem unserer genialsten Mitglieder, der diesen Wermuthbecher voll auskosten sollte, Friedrich August Wolf, schrieb Wilhelm von Humboldt freundschaftlich warnend: »Der Ruhm ist ein Sisyphusstein, der tückisch entrollt, wenn man ihn nicht immer wieder emporwälzt«. Maupertuis hat sich redlich in seinem späteren Leben abgequält, den Stein immer wieder auf die Höhe zu wälzen. Aber er hatte das herzbrechende Unglück, dass sein Weltprincip (Princip der kleinsten Action) von seinem Freunde König bekämpft, dass sein Weltsystem (*Système de la nature*) von seinem Freunde Diderot boshaft und unbarmherzig vernichtet und dass seine Zukunftswissenschaft (*Lettres sur le progrès des sciences*) von seinem Freunde Voltaire ewigem Gelächter preisgegeben wurde.

Wie anders tritt uns das Bild des Gelehrten entgegen, als der Kronprinz Friedrich von Rheinsberg aus mit ihm in Verbindung trat! Als er dessen ersten noch erhaltenen Brief erhielt — er trägt das Datum des 20. Juni 1738 — stand Maupertuis auf der Sonnenhöhe des geistigen und körperlichen Lebens, welche die Griechen nicht ohne Grund in das vierzigste Jahr zu setzen pflegen. In St. Malo am 28. September 1698 aus altadeligem Geschlechte entsprossen, hatte er nach einigen Dienstjahren in der Armee sich der Mathematik in die Arme geworfen und in erstaunlich kurzer Zeit sich ein solches persönliches Ansehen unter den französischen Gelehrten erworben, dass er bald mit

der Pariser Akademie in Verbindung treten und im Jahre 1736 die grosse Expedition organisiren durfte, welche diese Akademie nach Lappland aussandte, um die Länge des Meridians zu messen.

Heute, wo ganz andere Polarreisen die Augen der Menschheit auf sich ziehen, kann die Fahrt Maupertuis' und seiner Genossen nach dem Torne Elf leicht unterschätzt werden. Aber es war dies damals die erste zu rein wissenschaftlichen Zwecken unternommene grössere Expedition. Es handelte sich nicht nur um eine möglichst genaue Gradmessung in höheren Breiten, sondern vor Allem um die damals alle Gemüther erregende Frage, ob die Erde kugelrund oder an den Polen eiförmig zugespitzt oder endlich abgeplattet sei. Die letzte Ansicht war durch Newton vertreten worden, während die maassgebenden französischen Astronomen an der Annahme festhielten, die Erde gleiche einem an den Polen zugespitzten Sphaeroid. Die Messungen Maupertuis', die trotz Wetter, Klima und mancherlei Unglücksfällen rasch beendet wurden, entschieden für die Ansicht des Engländers, die heute zu den selbstverständlichen Elementen des Wissens gerechnet wird. Damals rang sich freilich die Wahrheit nur mühsam durch. Denn obgleich man der Bravour Maupertuis' im Kampf mit den Elementen, seinem Wissen, seiner Genauigkeit und Geschicklichkeit allgemeine Bewunderung zollte, obgleich seine Rückkehr nach Frankreich einem Triumphzuge glich, die cartesisch gesinnten Akademiker liessen sich von seinen Rechnungen nicht sogleich überzeugen, und der Kampf mit dem nationalen und religiösen Vorurtheile verwickelte ihn in heftige Streitigkeiten, die sein Selbstgefühl um so mehr steigern mussten, als der Hof sein Verdienst nach seiner Meinung allzu kärglich belohnt hatte. Freilich, als die Controlexpedition, die unter Führung La Condamine's gleichzeitig nach Peru abgegangen war, die Rechnungen Maupertuis' im Jahre 1738 bestätigte, war sein Triumph vollständig. Sein in diesem Jahre erschienener Reisebericht erregte in wissenschaftlichen wie unwissenschaftlichen Kreisen ein Aufsehen in Europa, das sich etwa nur mit dem Erfolge Nansen's in unseren Tagen vergleichen lässt. Maupertuis war schon vor seiner Expedition in dem kleinen Kreise von ausgezeichneten Gelehrten wohlbekannt, der sich um die geistvolle und liebenswürdige Schlossherrin von Cirey, die Marquise du Châtelet gesammelt hatte. Er selbst hatte die göttliche Emilie und ihren Freund Voltaire mit solchem Erfolge in die mathematischen und naturwissenschaftlichen Studien eingeführt, dass sie beide selbständig mit unserem Euler um einen physikalischen Preis der Pariser Akademie ringen konnten. Voltaire war damals wie seine gelehrte Freundin nicht wenig stolz auf den kühnen Reisenden. Er schrieb ihm die schmeichelhaftesten Briefe, und als einige Jahre später der berühmte Daullé'sche Stich nach

Tournière's Portrait erschien, der Maupertuis in Lappentracht darstellt, wie er mit der einen Hand den Globus am Pole zusammendrückt, setzte Voltaire ein Quatrain darunter, das in freier Übertragung etwa so lautet:

Der Erdball, dessen Maass er wusste festzustellen,
Wird seinem Forscherruhm ein ewig Denkmal gründen:
Ihm ward das Loos zu Theil, der Welt Gestalt zu künden,
Sie zu erfreu'n und aufzuhellen.

Durch Voltaire war nun auch der geistreiche Kronprinz von Preussen gleichsam als auswärtiges Mitglied in diese Akademie der Émiliens aufgenommen worden. So verstand es sich von selbst, dass Maupertuis ihm ein Exemplar seines Berichtes zusandte. Jener erwähnte erste Brief drückte die Ungeduld Friedrich's aus, in den Besitz des ersehnten Buches zu gelangen. Unzweifelhaft hat die lebhafte Schilderung jener heroischen Polarfahrt die Sympathie des Heldenjünglings entflammt, und die ausgezeichnete wissenschaftliche Darlegung, die sobald von den Ereignissen selbst bestätigt worden war, imponirte dem lebhaften Wissensdrange des Kronprinzen, der mit Schmerz ansehen musste, wie die Akademie Leibnizens unter dem harten Regimente seines Vaters verödet und verwüstet war. Kaum war daher Friedrich wenige Tage zur Regierung gelangt, so schrieb er an Maupertuis folgende Einladung: »Von dem Augenblicke an, wo ich den Thron bestieg, erweckte mein Herz, meine Zuneigung den Wunsch in mir, Sie hier zu haben, um der Berliner Akademie die Gestalt zu geben, die Sie allein im Stande sind, ihr zu geben. So kommen Sie, kommen Sie, um auf diesen Wildling das Reis der Wissenschaften zu pfropfen, damit es zur Blüthe gelange. Sie haben der Welt die Gestalt der Erde gezeigt: zeigen Sie nun auch einem Könige, welche Wonne es ist, einen Mann wie Sie sein zu nennen.« Maupertuis traf den König in Cleve. Auch Voltaire erschien, der aber die Marquise du Châtelet nicht um Friedrich's willen aufgeben mochte. Im persönlichen Umgang stand Maupertuis seinem Nebenbuhler nicht nach, ja, wie ein Bonmot aus jener Zeit beweist, verstand er es, in der feinsten Weise Selbständigkeit des Urtheils und schlagfertigen Witz mit hofmännischer Form zu vereinigen, wie es der König liebte. So wurden sie bald einig. Der Nordlandreisende entschloss sich, seinen Wohnsitz in Berlin zu nehmen, ohne seine Beziehungen zu Frankreich abzubrechen. Freilich der erste schlesische Krieg hinderte den König, sich sofort der Wiederherstellung der Akademie zu widmen. »Es thut mir leid«, schreibt er Maupertuis aus dem Winterlager in Breslau am 3. Januar 1741, »es thut mir leid, Ihnen nicht früher Ihren Brief beantworten zu können, aber ich habe hier eine andere Art von Algebra zu rechnen und Fluxionen, die mir viel Garn aufzuwickeln geben.

Aber dank Ihrem guten Einflusse geht unsere Geometrie ganz vortrefflich weiter. Sobald ich damit fertig bin, die Figur Schlesiens richtig zu stellen, komme ich nach Berlin zurück, und dann denken wir an die Akademie. Adieu, mein lieber Maupertuis. Nur noch ein Bischen Geduld, dann werden Sie Alles haben, was Sie wünschen!« Ein Billet vom 17. März rief ihn sogar selbst in's Lager. »Kommen Sie hierher, man erwartet Sie mit Ungeduld.« Das Soldatenblut regte sich in dem ehemaligen Cavallerieofficier. Er reiste ab, aber in der Schlacht bei Mollwitz hatte er das Unglück, den österreichischen Husaren in die Hände zu fallen. Er wurde vollständig ausgeplündert. Aber die Dazwischenkunft der Officiere, zu denen bereits der Ruhm seines Namens gedrungen war, rettete ihn vor Schlimmerem. Sie sandten ihn nach Wien, wo er bei Maria Theresia sowohl wie bei anderen Mitgliedern des Hofes eine höchst schmeichelhafte Aufnahme fand, die er durch galante Schmeichelei geistreich zu erwidern wusste. Er kehrte über Berlin auf Urlaub nach Paris zurück, wo man ihn durch Aufnahme in die *Académie française* im Jahre 1743 dem Preussenkönig abspenstig zu machen hoffte. Aber er hielt diesem seine Zusage und kehrte im folgenden Jahre zu dauerndem Aufenthalte nach Berlin zurück. Die Briefe des Königs werden jetzt, wo er des Mannes Treue erprobt hatte, immer herzlicher. Er schüttet sein Herz aus über den Verlust seines über Alles geliebten Jugendfreundes Jordan, und es ist fast, als ob der neue Freund an dessen Stelle treten solle. Der Brief aus dem Lager von Rusec vom 10. Juli 1745, der den Verlust Jordan's beklagt, spricht den sehnsüchtigen Wunsch aus, Frieden schliessen zu können. »Dann, mein lieber Maupertuis, ja dann können wir ganz nach Bequemlichkeit philosophiren und unsere Zeit zur Speculation benutzen, die ich jetzt leider nur zur Vernichtung des Menschengeschlechtes verwende.« Das Schreiben klingt in einigen Versen, einer Umdichtung der Ode des Horaz an Virgil aus, mit der er Maupertuis wehmüthig verabschiedet. Dieser elegische Ton herrscht auch in den weiteren Schreiben aus dem Feldlager, bis die Verlobung und Verheirathung Maupertuis' mit Eleonore von Borck, die von dem Hofe sehr begünstigt wurde, eine freundliche Abwechselung in die Correspondenz brachte. »Wenige Menschen«, schrieb er jetzt dem Mathematiker, »verstehen die Sprache der Algebra, aber die Sprache des Herzens verstehen wir Alle.« Mit rührender Delicatesse dachte der König zwischen den blutigen Schlachten von Soor und Kesselsdorf an die Zukunft der jungen Frau, die er für alle Fälle sicherte. Maupertuis war unterdessen nicht unthätig für die Interessen der Akademie. Er suchte den Aufenthalt des Königs in Sachsen zur Erwerbung von Tschirnhausen'schen Brennspiegeln auszunützen, was freilich misslang. Der Briefwechsel ist in

dieser Zeit trotz der Umstände ausserordentlich lebhaft. Wöchentlich ein- bis zweimal fliegt der Courier zwischen Berlin und dem Lager hin und her, bis der Friede geschlossen und der König ruhmgekrönt und friedensdurstig nach der Residenz zurückkehrt. Nun beginnt die eigentliche Arbeit Maupertuis', die eine ausserordentlich vielseitige ist. Ausser der gelegentlichen Sorge für das Theater überträgt ihm der König die später von Voltaire besorgte Correctur seiner Aufsätze, er überlässt ihm auch gern die Wahl von lateinischen Devisen für Medaillen u. dergl. Denn der Geometer war zugleich ein geschmackvoller Lateiner, der Friedrich hierin besser bediente als später Quintus Icilius. Eine Einladung zu einer solchen Conferenz zeigt, wie liebenswürdig sich der König gegen seinen Praesidenten benimmt. »Sie können um so eher meiner Einladung folgen«, schreibt er ihm aus Potsdam unter dem 5. März, »weil Sie hier eine bequeme Wohnung für sich hergerichtet und ein freundliches Gesicht des Wirthes finden, ferner weil es schönes Reisewetter ist, weil die Fische in Potsdam besser sind als in Berlin und endlich — weil es dringend wünscht Ihr wohlgewogener Friedrich.«

Die Hauptarbeit nahm natürlich die neue Organisation der Akademie in Anspruch, die es galt aus der grenzenlosen Verwahrlosung und Entwürdigung, in die sie unter Friedrich's Vater gefallen war, herauszuheben. Es bedurfte heroischer Mittel, und Maupertuis zögerte nicht, sie zu beantragen. Die Leitung, die bisher einem Curatorium von alten Hofleuten und Generälen anvertraut war, erregte zuerst den Anstoss des neuen Praesidenten. In einem Schreiben, das er zu Beginn des Jahres 1746 an Friedrich richtete, spricht er sich, mit Rücksicht auf seine bisherigen Vorgänger in der Praesidentschaft mit grossem, aber nicht unberechtigtem Selbstgefühl so aus: »Diese Stellung, die Leibniz zu einer ehrenvollen, Gundling zu einer lächerlichen und Jablonski zu einer mittelmässigen gestaltet hat, wird für mich das sein, was Ew. Majestät daraus zu machen geruhen. Ich für meine Person empfinde eine gewisse Schwierigkeit, sie gut auszufüllen und Ehrgefühl bei Leuten zu erwecken, die sich von Staatsministern und Generälen commandirt sehen, deren blosser Titel hinreicht, sie über alle Anderen zu erheben. Ich selbst habe schon oft in der *Académie des Sciences* über Herzöge und Minister den Vorsitz geführt; aber freilich, die Vorliebe jener Nation für die Wissenschaft und vielleicht ein gewisses Glück hatten mir ein Ansehen verschafft, das ich hier unmöglich haben kann, wenn Ew. Majestät mir es nicht verleihen wollen. ... Ich fühle, Sire, dass ich auch für meine Person zu reden scheine, während ich für die Wissenschaft spreche. Ja, ich will Ew. Majestät gar nicht den hohen Grad des Ehrgeizes verhehlen, den ich

mit dem Wohle Ihres Dienstes zu vereinigen suche. So will ich also um alles das Ew. Majestät gebeten haben, was mir das Ansehen und das Vertrauen gewährt, das zum Wohle der Akademie und zur ehrenvollen Ausfüllung einer Stellung nöthig ist, die unter dem Scepter eines Augustus nicht ungeehrt bleiben darf.« Friedrich fand das Ansuchen des neuen Präsidenten durchaus gerechtfertigt. Er bewilligte ihm Alles, was er wünschte, in reichem Maasse und sorgte auch für seine persönliche Stellung in der freigebigsten Weise. Die gesammte wissenschaftliche und finanzielle Leitung ward in seine Hand gelegt, und dies unbegrenzte Vertrauen des Königs blieb nicht unbelohnt. Maupertuis, der durch seinen eigenen Glanz und durch seine vortrefflichen, im Wesentlichen bis jetzt festgehaltenen Einrichtungen die preussische Akademie sofort in die erste Reihe der gelehrten Gesellschaften Europas hob, wetteiferte mit dem Könige, dem Protector und eifrigen Mitarbeiter der Akademie, darin, die vorzüglichsten Instrumente, die trefflichsten Einrichtungen, die besten Kräfte für das neue Institut zu gewinnen. Die französische Sprache, in der von nun an die Publicationen ohne Ausnahme erschienen, sicherten den Arbeiten der Berliner Akademie eine rasche Verbreitung über die ganze gebildete Welt und eine tiefgreifende Wirksamkeit, wie sie trotz des gesteigerten Verkehres heut zu Tage unseren deutsch geschriebenen Schriften vielleicht nicht in gleichem Grade beschieden ist. Der König hielt so streng auf die einheitliche französische Abfassung der Abhandlungen, dass der Antrag, den Maupertuis selbst, freilich nicht ganz ernstlich, gestellt hatte, für einige Fächer auf Wunsch der betreffenden Akademiker die deutsche oder lateinische Sprache freizugeben, abgelehnt wurde.

Der Eindruck, den Maupertuis' Schöpfung im Inland wie im Ausland machte, war ausserordentlich. Dass der Eroberer Schlesiens im Stande war, ein solches Friedenswerk noch rascher fast als seine kriegerische Erwerbung zu Stande zu bringen, gewann ihm die allgemeine Sympathie der maassgebenden Classen. Der König fühlte das wohl und liess seine Dankbarkeit in herzlichen, ja enthusiastischen Briefen ausströmen. In Versen und in Prosa verherrlicht er seinen lieben Maupertuis und versichert ihm, dass »er allein eine ganze Akademie aufwiege«.

In allen Berufungssachen, die ihm Maupertuis gewissenhaft vorlegt, entscheidet der König fast immer nach seinem Vorschlage: man muss gestehen, dass jener hierin mit grosser Unbefangenheit und glücklichem Spürtalente vorgegangen ist. Wenn einzelne ausgezeichnete Gelehrte, wie Haller, nicht gewonnen werden konnten, so lag die Schuld nicht an ihm, wie die umfangreiche kürzlich zu Tage gekommene Correspondenz zwischen beiden deutlich erweist. Nur in einem Punkte hat

der König für nöthig gefunden, Correcturen eintreten zu lassen, wenn der in den Traditionen der französischen Etiquette befangene Edelmann allzu scharf vorging. So klagte er einmal über den Sieur Passavant, der eine Hauslehrerstelle bei einer vornehmen Dame angenommen habe; die sociale Stellung der Akademiker sei gefährdet, wenn sie unter sich Domestiquen zählten. Der König antwortete — es ist das einzige Mal — kurz abweisend, und als Maupertuis später noch einmal auf den Sieur Passavant zurückkommt, der nicht nur Hauslehrer sei, sondern auch unerhörte Proben von Faulheit geliefert habe, antwortet der König heiter: »Die Entscheidung hängt vom Gefallen und der höheren Einsicht des Herrn Praesidenten ab. Was mich betrifft, seinen treuen Akademiker, so versichere ich, niemals den Namen meines Collegen Passavant gehört zu haben, und ich fühle mich persönlich tief gedehmüthigt durch die Schande, die er Ihrer Akademie angethan hat. Um mir von Ihrer Seite nicht die gleiche Behandlung zuzuziehen, verspreche ich Ihnen hiermit, eine Arbeit für Ihre Maisitzung zu liefern und niemals Hauslehrer irgend eines jungen Mannes werden zu wollen.« Etwas schärfer spricht er sich aus, als der Praesident einen polnischen Prinzen zum correspondirenden Mitgliede vorschlug, wozu er, wie der König argwöhnte, weniger durch die angeblichen litterarischen Verdienste des Vorgeschlagenen als durch dessen hohen Rang veranlasst wurde. »Ich hätte geglaubt«, schreibt er Maupertuis am 20. März 1756, als dieser auf den Vorschlag zurückkam, »Sie dächten an die Verse:

Ein Fürst ist für sein Volk ein Gott, den man verehrt:
Für Maupertuis und mich ein Mensch wie andre werth.

Aber da nun einmal die gewöhnlichen Vorurtheile von Rang und Geburt auf Ihr philosophisches Haupt Eindruck gemacht haben, so erkläre ich mich mit Ihrem Vorschlag einverstanden.« Er knüpft nur die scherzhafte Bedingung daran, Maupertuis solle eine Statistik der Narren bei den übrigen Akademien veranlassen, und wenn sich dann herausstellen sollte, dass die Berliner ein Minus dieser Menschenclasse gegen die anderen aufzuweisen habe, dann könne man sich den polnischen Prinzen gefallen lassen. Er schliesst mit den Worten: »Denken Sie an Ihre Gesundheit, denn ohne sie giebt es kein Glück in der Welt; und wenn zwanzig polnische Prinzen in Ihre Akademie aufgenommen werden, so sind sie nicht so viel werth wie ein Viertheil Ihrer Lungenspitze. Vale.«

Der König berührt hier am Schlusse die Krankheit des Praesidenten, die etwa zehn Jahre vorher, im Jahre 1746, zuerst in der Correspondenz auftaucht und nun nicht mehr aus diesen Blättern verschwindet. Der Pessimismus der beiden Correspondenten, zu dem sie schon von Hause aus neigen, verschärft sich seitdem zusehends, und die immer deutlicher hervortretende Auszehrung giebt gerechten Anlass zu elegischen

Erörterungen, zu nutzlosen Klagen des Kranken und nutzloseren Rathschlägen des Königs. MAUPERTUIS hatte den Keim zu diesem Siechthum, wie FRIEDRICH annimmt, schon von seiner Polarreise mitgebracht. Freilich, seine feste Constitution und sein eiserner Wille kämpften lange und zeitweilig mit Glück gegen die markverzehrende Krankheit. Der König sah mit tiefer Wehmuth dies blühende und ihm so theure Leben hinschwinden. Zuweilen spricht sich sein Mitgefühl in warmer, fast ergreifender Weise aus. Aber meist versucht er, um die niedergedrückte, oft verzweifelte Stimmung des Kranken zu beleben, seine medicinischen Rathschläge im scherzhaften Gewande vorzuführen. So hatte MAUPERTUIS, als er im Jahre 1747 die FRIEDRICHS-Rede in der Akademie hielt, seine Lunge so angestrengt, dass er ernstlich krank wurde. Der König schreibt ein paar Tage darauf: »Es war nicht der Mühe werth, mein lieber MAUPERTUIS, sich aus Liebe zu mir heiser zu schreien ... Ich werde mich ernstlich mit der Akademie überwerfen, wenn sie Ihnen Krankheit verursacht.« MAUPERTUIS hatte wie der König selbst eine ausgesprochene Abneigung gegen die ärztlichen Autoritäten. So ist es begreiflich, dass diese Scherze meist auf Kosten der medicinischen Facultät bestritten werden. »Rufen Sie doch«, schreibt er ihm einmal, »LIEBERKÜHN und ELLER und alle Ihre Vergifter von der Akademie, sie sollen Ihnen ein Gegengift gegen Ihre Krankheit geben. Wenn es ihnen gelingt, Sie zu heilen, so werden sie mich dazu bringen, an den heiligen Aesculap zu glauben, und ich verspreche Apollo, das beste Gedicht, dessen ich fähig bin, zu verbrechen, wenn seine Kunst Sie herausreisst. Ich würde ihm sogar eine Hekatombe zarter Rinder opfern und Spenden ungrischen Nektars. Aber freilich, das gäbe den Theologen Veranlassung, mich auf den Scheiterhaufen zu bringen. So beschränke ich mich denn darauf, herzliche Wünsche für Ihre Genesung auszusprechen.« Etwas später wird er dringender. Er benutze stets offene Wagen statt geschlossener. »In der That, Herr Praesident, Sie riskiren allen Baro- und Thermometern unserer Akademie zur Schande den Tod.« Wenn der Patient durch solche und ähnliche Proben von Leichtsinn seinen Zustand verschlimmerte und alles andere als ein curgemässes Leben führte, so kam doch der Hauptschlag, der sein Leben knickte und vernichtete, von ganz anderer Seite.

VOLTAIRE war schon im Jahre 1743 auf kurze Zeit zum Besuche nach Berlin gekommen. Aber solange die Marquise DU CHÂTELET lebte, wollte er sich nicht dauernd binden. Als sie nun plötzlich am 10. September 1749 starb, war er dieser Rosenketten, die er mit ungewöhnlicher Ausdauer getragen hatte, ledig. So erschien er im Sommer des nächsten Jahres auf FRIEDRICH's Einladung in Berlin, wo er wie ein Fürst empfangen und behandelt wurde. Wer VOLTAIRE kannte,

wer seine Briefe an den alten Freund Maupertuis hatte lesen können, wer durch die stark aufgetragenen Versicherungen ewiger Dankbarkeit und Freundschaft hindurch eine leise Ironie gegen den grossen Mann durchschimmern sah, der konnte mit Sicherheit voraussagen, dass bei ihrer Begegnung in Berlin eine Katastrophe eintreten würde. Und Voltaire wenigstens fühlte das. »Wissen Sie nicht«, sagte er eines Tages zu dem Grosskanzler Jarriges, »dass, wenn sich zwei Franzosen an einem fremden Hofe oder in fremdem Lande beisammen finden, einer von ihnen umkommen muss?« Wir sehen, wie Voltaire einer Katze gleich sein Opfer umschleicht, um die Gelegenheit zu erspähen. Aber jener kannte seinen Freund und war auf der Hut. Während der König nicht im Geringsten gewillt war, seinen mehr denn je erprobten Praesidenten fallen zu lassen und etwa den erledigten Posten Voltaire anzubieten, was dessen sehnlichster Wunsch war, zogen sich im Gegentheil schwere Wolken über ihm selbst zusammen. Er hatte geglaubt, die nicht immer noblen Finanzmanipulationen, die ihn in Frankreich zu einem reichen Manne gemacht hatten, in Preussen fortsetzen und unter dem persönlichen Schutze des Königs verbotene Geldgeschäfte ungestraft treiben zu können. Das schlug fehl. Ein ärgerlicher Process brachte Alles an's Licht. Der König selbst war entrüstet. Voltaire sah, dass seine Stellung in Berlin erschüttert sei. Aber mit wahrhaft daemonischer Geschicklichkeit gelang es ihm, seinen schimpflichen Abgang durch einen Triumph zu maskiren, der ihn in den Augen Europas als Rächer der verfolgten Unschuld erscheinen liess. Das Opfer aber, das statt seiner fiel, war Maupertuis, und der Dolch, der den ehemaligen Freund im Herzen traf, war der Akakia.

Dieser in den Annalen unserer Akademie glücklicher Weise einzig dastehende Streit war veranlasst durch eine mathematische Entdeckung Maupertuis', deren Wurzeln in seine beste Zeit hinaufreichen. Schon im Jahre 1740 war es ihm gelungen, die Function, die wir jetzt die potentielle Energie des Körpersystems nennen, in einer höchst folgereichen Weise zu vereinfachen. Freilich war er hierbei wohl mehr von einem richtigen mathemathischen Instincte als von wirklicher überlegener Einsicht geleitet worden, wie wenigstens Helmholtz urtheilte. »Dieser erste Erfolg«, sagt er in der angeführten ungedruckten Abhandlung, die es mir gütigst gestattet worden ist, hier auszuziehen, »welcher es möglich machte, sämmtliche Gesetze der Statik auf das Aufsuchen eines Minimum zurückzuführen, hat Maupertuis offenbar angestachelt, ein Gesetz von ähnlicher Allgemeinheit auch für die Bewegungen zu suchen. Hier gerieth er aber auf eine falsche Spur. Die Darstellung einer Bewegung durch ein Minimum war schon vor ihm in Bezug auf die Lichtbewegung gelungen. Diese verfolgte er zu-

nächst. Er übergab der Pariser *Académie des Sciences* am 15. April 1744 eine Abhandlung unter dem Titel: »»Übereinstimmung verschiedener Naturgesetze mit einander, die bisher unverträglich erschienen.«« Darin spricht er nur von Spiegelung und Brechung des Lichts.« . . »Da das, was Leibniz in nicht näher erklärter Weise Widerstand nannte, nach der Emissionstheorie der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts proportional sein sollte, so konnte man statt des Products aus Weglänge und Widerstand rechnerisch ebenso gut auch das aus Weglänge und Geschwindigkeit setzen. Das that Maupertuis. Das genannte Product war schon aus anderer Veranlassung von Leibniz gebildet und *Action* genannt worden, welchen Namen nun auch Maupertuis anwendete. Dadurch bekommen die genannten Gesetze des Lichts nach seiner Ansicht alle die gleiche Fassung. Das Licht bewegt sich in allen Fällen auf einem solchen Wege, auf dem die Grösse der Action ein Minimum ist. Er findet, dass dadurch die Forderung der Metaphysik befriedigt sei, wonach die Natur in der Hervorbringung ihrer Wirkungen immer die einfachsten Mittel brauche. Denselben Gedanken hat er später bestimmter so ausgesprochen: Man müsse zu ermitteln suchen, welche Grössen bei den Naturvorgängen ein Minimum würden. Das seien die, welche die Natur zu ersparen strebe, und dadurch könne man die Absichten ermitteln, welche die Natur verfolge.« . . .

»Aber wenn Maupertuis nun auch durch solche Betrachtungen angedeutet hat, dass er eine ausgedehnte Gültigkeit ähnlicher Principien erwarte, so hat er in Wirklichkeit seinen Satz von der kleinsten Action hier nur für Spiegelung und Brechung des Lichts ausgesprochen, und zwar in ungehöriger Weise.« . . . »Wenn also diese Arbeit für die Entdeckung des grossen Naturgesetzes durch Maupertuis citirt wird, so kann man höchstens zugeben, dass er den richtigen Instinct gehabt hat, an die Möglichkeit eines solchen Gesetzes zu glauben; aber er hat an einer ganz falschen Stelle eingesetzt, um es zu suchen. Ehe aber Maupertuis diese Spuren verfolgen konnte, trat ein Anderer auf, der viel Grösseres geleistet hat. Es war dies Leonhard Euler, der damals ebenfalls hier in Berlin lebte, Director der mathematischen Abtheilung dieser Akademie war und ein Freund seines Praesidenten. Er gab Ende desselben Jahres 1744 den Schluss seines berühmten Werkes heraus, welches die Variationsrechnung methodisch begründete. In einem Supplement dazu zeigt er, dass in den Bahnen, welche Körper unter dem Einflusse von Centralkräften beschreiben, die Action zwischen zwei gegebenen Punkten der Bahn ein Minimum sei.« . . .

»Dies wurde für Maupertuis verhängnissvoll. Das Schicksal hatte ihm eine Schlinge gelegt, die berechnende Arglist für die Schwächen seines Charakters kaum verrätherischer hätte wählen können und in

die er sich kopfüber hineinstürzte. Er hatte, nachdem ihm der erste grosse Wurf für die Gesetze des Gleichgewichts gelungen war, aus falschen Praemissen eine Formel hergeleitet, die sich jetzt durch Euler mit richtigem Inhalt füllte.« . . .

»Man kann sich denken, dass Maupertuis, der schon vorher kein bescheidener Mann gewesen war, durch diesen Zufall, den er als Genialität seines geistigen Schauens deuten durfte, in den höchsten Grad der Selbstbewunderung hinaufgetrieben wurde und dass der Glauben an die Wahrheit des von ihm verkündeten Satzes eine Stärke erlangte, die über alle Mängel des Beweises hinwegsah. Er war inzwischen von Friedrich II. als Praesident dieser Akademie nach Berlin gerufen worden, und es mochte ihm nicht unerwünscht sein, dass er sich mit einer imponirenden Entdeckung hier einführen konnte.«

»Es geschah dies 1746 durch einen Vortrag »Die Gesetze der Ruhe und der Bewegung aus einem metaphysischen Princip hergeleitet.« Darin verkündete er nichts Geringeres, als dass das von ihm entdeckte Princip der kleinsten Action den ersten bindenden und unwiderleglichen Beweis für das Dasein Gottes als eines intelligenten Weltlenkers gäbe. Nach ihm beweist hier die Existenz des Minimum die oben erwähnte Ersparungstheorie. Warum freilich gerade das Product aus Geschwindigkeit und Weglänge so ersparungswürdig sei, darauf bleibt er die Antwort schuldig. Am verwunderlichsten aber ist, dass er nach dieser emphatischen Ankündigung des neuen Princips nicht daran denkt, etwas zu geben, was einem allgemeinen Beweise seiner Richtigkeit auch nur ähnlich sehe.« Helmholtz, dem ich bis hierher gefolgt, zeigt nun ausführlich, dass Maupertuis gar keine wirklichen Beweise für seinen Satz hatte und haben konnte, da weder er noch sein scharfsichtiger Gegner Chevalier d'Arcy noch Samuel König noch Euler, der allen Dreien weit überlegen war, den allgemeinen Beweis für das neue Princip liefern konnte. Dies ist erst Euler's Nachfolger, Joseph Louis Lagrange, 1760/61 gelungen, und im abschliessenden Sinne hat nach den Entdeckungen Anderer erst Helmholtz selbst diesem Princip der kleinsten Action die höchste Weihe gegeben.

Der wilde Kampf, der sich um dieses Princip in Maupertuis' Zeit erhob, erhielt seinen bösartigen Charakter nicht so sehr durch die wissenschaftlichen Gegensätze, die hier aufeinanderplatzten, als dadurch, dass sich persönliche Antipathien einmischten, die den eigentlichen Streitpunkt immer mehr in den Hintergrund drängten, und dass hervorragende Persönlichkeiten, die von der Sache selbst nichts verstanden, in der Reihe der Vorkämpfer auftauchten. Das Ganze verläuft wie eine alte aeschyleische Trilogie. Zwei Schauspieler treten in jedem der drei Stücke auf, und den Chorus bilden unsere getreuen Akademiker, geführt

von ihrem Koryphaeus Euler. Das erste Stück spielt sich ab zwischen Samuel König und Maupertuis, ihm folgt das Duell zweier anonymer Akademiker, unter deren Maske alsbald Voltaire und Friedrich selbst zum Vorschein kommen. Das Schlussdrama bringt die Entscheidungsschlacht zwischen Maupertuis und Voltaire.

Die auftretenden Persönlichkeiten sind alle ehemalige intime Freunde, alle Émiliens. Der Umschlag der alten Freundschaft in Missgunst und Hass giebt dem Streite den ganz besonderen Charakter leidenschaftlichster Erbitterung. Der Mathematiker Samuel König war der Marquise du Châtelet von Maupertuis selbst als Lehrer empfohlen worden. Er hatte bisher — sein Briefwechsel mit Maupertuis ist neuerdings bekannt geworden — eine dankbare Ergebenheit gegen seinen älteren Freund zur Schau getragen. Freilich kann bei einem Schweizer von Geburt und Demokraten von Gesinnung der byzantinische Stil dieser Briefe etwas stutzig machen. Maupertuis ist ihm Alexander, der eine neue Welt erobert hat. »Er hat eine That vollführt, die seit Erschaffung der Welt Niemand je gewagt hat, noch jemals wieder wagen wird.« Als er die Berufung nach Berlin hört, wagt er folgende Schmeichelei: »Die Welt ist sehr überrascht davon, wieder einmal einen gekrönten Philosophen auftauchen zu sehen, aber die hohe Meinung, die man sich von ihm bildet, kommt hauptsächlich daher, weil man weiss, dass er Sie in seiner Umgebung hat«. Als ihm Maupertuis sein Diplom als Mitglied der Akademie zuschickt, »zittert« er, es anzunehmen. So wenig fühle er sich dieser Ehre würdig. »Er würde sich der Absicht widersetzt haben, hätte er vorher Kenntniss davon gehabt.« Dieser bescheidene Mann also verfasste im Jahre 1750, nachdem die Abhandlung Maupertuis' über sein neuentdecktes Princip erschienen war, eine ziemlich ausführliche Gegenschrift. Sie ist in der Form rücksichtsvoll, dem Inhalte nach im Wesentlichen richtig, aber unklar und ungeschickt geschrieben. Der wesentliche Einwurf König's läuft darauf hinaus, dass die Grössen, die jener als Minima betrachte, zum Theil Maxima und Maximo-Minima seien. Dieser ganze Aufsatz würde Maupertuis vermuthlich nicht sonderlich gerührt haben, wenn König nicht am Schlusse das Bruchstück eines angeblichen Briefes von Leibniz zum Abdruck gebracht hätte, in welchem dieser in klaren Worten das Princip der Action ausspricht, aber mit dem Zusatze, dass dieselbe bald ein Maximum, bald ein Minimum sei.

An und für sich war auch diese Mittheilung König's durchaus nicht irgendwie ehrenrührig für Maupertuis. Sein Ruhm verlor dadurch nichts, dass er eine wichtige Entdeckung mit einem universalen Genie wie Leibniz gemein hatte. Es thut dem Rufe des grössten Philologen Bentley keinen Abbruch, dass er am Ende des siebzehnten Jahr-

hunderts seine Entdeckung über die Phalarisbriefe vorträgt, ohne zu wissen, dass der sechzehnjährige Leibniz dieselbe Ansicht mit richtiger Begründung bereits ein Jahr nach Bentley's Geburt veröffentlicht hatte, und das unsterbliche Verdienst unseres Helmholtz wird dadurch nicht geschmälert, dass sein Gesetz von der Erhaltung der Energie im Wesentlichen bereits von Leibniz aufgestellt worden ist.

Anders lag die Sache für Maupertuis. Man versetze sich nur recht lebhaft in seine damalige Lage. Der Zenith seiner Arbeitsfähigkeit war längst überschritten. Das fühlte er innerlich selbst. Die praktischen, organisatorischen Arbeiten des letzten Jahrzehnts hatten ihn der eigentlichen wissenschaftlichen Detailarbeit mehr und mehr entfremdet. Auf dies Gesetz der kleinsten Action aber hatte er seine ganze Zukunft begründet. Euler's übrigens ganz selbständige Entdeckung hatte die schöne Hoffnung erweckt, nun die ganze Welt unter jenes Centralgesetz beugen zu können. Er sah sich bereits als zweiten Newton gefeiert, von dem die Wissenschaft eine neue Aera beginnen würde. Nun kommt ein subalterner Mathematiker, dessen Leibnizische Philosophie ihm schon immer zuwider war, und raubt ihm die Priorität, beweist, dass Leibniz nicht nur seinen Gedanken vorgedacht, sondern richtiger und besser gedacht habe, ja, er bringt ihn in den Verdacht, an Leibniz Plagiat verübt zu haben. Diese übertriebene Auffassung nahm dem selbstverblendeten Manne alle Besinnung. Er denunzirte König bei der Akademie, und als auf ihre wiederholte Aufforderung dieser das Original nicht zur Stelle schaffen konnte, als auch polizeilich angeordnete Haussuchungen in der Schweiz, wo sich nach König's Angabe früher das Original befunden hatte, keine Resultate ergaben, erklärte die Akademie den angeblichen Brief Leibnizens für eine Fälschung. Der also Geächtete schickte der Akademie ihr Diplom zurück und rechtfertigte sich gegen den erhobenen Verdacht in einem *Appel au public*, der September 1752 erschien.

Es steht heute bei den competentesten Beurtheilern fest, dass der Leibniz'sche Brief echt ist (wenn auch die Adresse wahrscheinlich auf einer irrthümlichen Vermuthung beruht), es steht ferner fest, dass König sich vollständig gerechtfertigt hat und dass sich Maupertuis und seine Akademie zu unrechtmässigen Schritten hat hinreissen lassen. Das war auch damals bereits in unabhängigen Kreisen die herrschende Anschauung. Und Voltaire, der das Vertrauen seines Souverains gerade eben zu verlieren im Begriff war, warf sich nun mit Eifer dem grösseren Souverain in die Arme, den er selbst gross gezogen hatte und dem er hinfort sein Leben weihte, der öffentlichen Meinung Europas. Wie er später vor diesem höchsten Tribunal die gekränkte Unschuld der Calas und de la Barre gegen die tyrannische Justiz Frankreichs

vertheidigte, so zog er jetzt das Schwert gegen Maupertuis und die Akademie, die er eines an König verübten moralischen Justizmordes vor Europa anklagte. Er schrieb anonym am 18. September 1752 seine »Antwort eines Berliner an einen Pariser Akademiker«. Mit dieser Veröffentlichung beginnt der zweite Theil der Tragödie. Die Streitschrift ist mit lapidarer Kürze und Praecision geschrieben, wie damals nur Voltaire schreiben konnte. Das Ganze summirt scheinbar objectiv die Thatsachen. Nur der Schluss enthüllt die Tendenz. »So ist also«, heisst es, »der Sieur Moreau Maupertuis im Angesichte des gelehrten Europas nicht nur des Plagiats und des Irrthums, sondern auch des Missbrauchs der Amtsgewalt überführt, sofern er die Gelehrten ihrer Freiheit beraubt und einen ehrlichen Mann verfolgt, der kein anderes Verbrechen beging, als anderer Meinung zu sein als er. Mehrere Mitglieder der Akademie haben gegen ein so himmelschreiendes Vorgehen protestirt und würden die Akademie verlassen, die Hr. Maupertuis vergewaltigt und entehrt, wenn sie nicht das Missfallen des Königs, ihres Protectors, fürchteten.«

Man kann sich denken, wie dieser Angriff Voltaire's auf Maupertuis wirkte, der sich trotz der bestehenden Spannung eines solchen Attentates nicht versehen konnte und der sich körperlich in einem besonders jammervollen Zustande befand. Ein Brief des Königs an ihn, der einige Wochen vorher geschrieben ist, enthält die Stelle: »Ich bin sehr betrübt, aus Ihrem Briefe zu entnehmen, dass Sie statt an eine Reise nach Frankreich vielmehr an die Reise denken, von wannen es keine Rückkehr giebt.« Man begreift daher, dass der König den heimtückischen Schlag gegen seine Akademie und deren Praesidenten mit heller Entrüstung aufnahm. Ein langer, herzlicher Brief sucht den todtwunden Freund zu trösten, aber zugleich, wie es scheint, vor eigenem Vorgehen zu warnen. »Ach, mein lieber Maupertuis«, so beginnt der König, »was haben die Schriftsteller für ein trauriges Loos, wenn sie nicht einmal ruhig in ihre Grube fahren dürfen, ohne das Geschrei der Neider und des Hasses über sich ergehen lassen zu müssen, sie mögen so krank sein, wie sie wollen.« Das ritterliche Gefühl, einem schwer gekränkten Freunde zu Hülfe eilen zu müssen, das sich in Friedrich schon früher einmal für Voltaire regte, als dieser durch die *Voltairomanie* Desfontaine's schwer angegriffen war, brach nun mit aller Macht gegen ihn durch. Er schreibt Maupertuis etwas später: »Ich habe bis jetzt im Schweigen verharrt, um zu sehen, was Ihre Akademie begönne und ob sich denn Niemand fände, der die gegen Sie gerichteten Pamphlete beantworten würde. Aber da alle Welt stumm blieb, so habe ich meine Stimme erhoben. Ich will nicht, dass es heisse, man habe einen Mann von Verdienst ungestraft be-

leidigt. Ich glaube, man hätte besser antworten können, als ich es thue, und man hätte Vieles sagen können, was mir entgangen ist. Aber ich habe geglaubt, die Gefühle, die ich für Sie an den Tag lege, würden Ihnen vielleicht nicht unangenehm sein. Ich schicke Ihnen mein Manuscript, es ist augenblicklich im Druck. Wenn ich nicht im Stande bin, Ihnen Ihre Gesundheit wiederzugeben, so habe ich wenigstens so viel Verstand, um Ihr Verdienst würdigen und es mangels eines Tüchtigeren vertheidigen zu können.« Die so angekündigte Apologie des Königs erschien anonym unter dem Titel »Brief eines Berliner an einen Pariser Akademiker«. Die wissenschaftliche Streitfrage wird hier nur kurz berührt. Dagegen wird dem Praesidenten ein warmes und glänzendes Lob ertheilt. Dann wird mit aller Schärfe die Absurdität der gegen ihn vorgebrachten Lügen nachgewiesen und vor Allem die unritterliche Feigheit gebrandmarkt, einen Mann, der dem Tode näher ist als dem Leben, anzugreifen. »Das ist der Moment,« ruft er entrüstet, »den sie gewählt haben, um ihm den Dolch in's Herz zu stossen.«

Der König glaubte ohne Frage, nicht nur seine Freundespflicht erfüllt, sondern den ganzen Streit niedergeschlagen zu haben, da er die Verfasserschaft nicht geheim hielt, vielmehr die zweite Auflage mit den königlichen Insignien erscheinen liess.

Voltaire war erst etwas bestürzt, zumal der König boshaft genug sein Incognito ihm gegenüber noch aufrecht erhielt. Aber im Grunde nützte die offene Parteinahme des Monarchen mehr Voltaire's Sache als der der Akademie und ihres Praesidenten. Namentlich im Ausland, wo man das persönliche Eingreifen des Königs als eine Vergewaltigung der Gelehrtenrepublik, wie man damals sagte, bitter empfand. Es war vorauszusehen, dass Voltaire den Brief des Berliner Akademikers nicht ungerächt lassen würde. Aber schneller als er ahnen konnte, lieferte ihm Maupertuis selbst das Schwert, mit dem er die Execution an ihm vollzog.

Es beginnt der letzte Theil der Trilogie. Maupertuis hatte gemeint, durch eine imponirende Gesammtausgabe seiner Werke am besten sein Verdienst beweisen und den immer heftiger werdenden Angriffen begegnen zu können. Er fügte eine neue Schrift hinzu, die den anspruchslosen Titel *Lettres* trug. Die ohne wissenschaftlichen Zusammenhang lose aneinandergereihten Capitel enthalten u. A. eine Reihe von Vorschlägen zu wissenschaftlichen Forschungen und Expeditionen, die ein Gegenstück zu Bacon's berühmtem Buch *de dignitate et augmentis scientiarum* darstellen sollten. Es finden sich darin einige phantastische, paradoxe, ja geradezu absurde Ideen. Aber im Ganzen muss man doch sagen: hätte unsere Akademie den Willen und die Macht ge-

habt, das hier von Maupertuis entwickelte Programm grosser wissenschaftlicher Aufgaben durchzuführen, so würde sie sich selbst und unser Vaterland mit dem grössten Ruhm bedeckt und das 18. Jahrhundert würde dem 19. eine grosse Zahl seiner folgenreichsten Entdeckungen vorweg genommen haben. Es genügt, darauf hinzuweisen, dass er Expeditionen ausgerüstet haben will, um die unbekannten Länder Australiens zu erforschen, um das fabelhafte Riesengeschlecht der Patagonier genau zu untersuchen, um durch das, wie er glaubt, offene Polarmeer zum Nordpol selbst vorzudringen. Besonders reizt ihn Africa. Es gilt nicht nur das unbekannte Innere zu erschliessen, sondern auch ein so leicht erreichbares Land wie Aegypten zu erforschen und seine Pyramiden zu öffnen. Nützlicher, meint er, wäre es gewesen, wenn die aegyptischen Könige ihre kolossalen Menschenmassen dazu benutzt hätten, ebenso tief in die Erde hinabzudringen, wie die Pyramiden sich über ihr erheben. Und er deutet an, wie wichtige Aufschlüsse solche Tiefbohrungen über die Beschaffenheit des Erdinnern ergeben müssten. Er würde sich gefreut haben zu hören, mit welchem Eifer und Erfolg unsere preussische Bergverwaltung diese praktisch und wissenschaftlich gleich wichtigen Bohrungen gerade in letzter Zeit in die Hand genommen hat. Das tiefste bis jetzt erbohrte Loch in Paruschowitz (Oberschlesien) reicht über 2000^{m} unter die Erdoberfläche der Umgebung, ist also beinahe 14mal so tief als die höchste Pyramide Aegyptens hoch ist. Maupertuis schliesst an seine geographischen Projecte den Wunsch, die fremden Länder, nicht nur Culturländer, wie Indien und China, sondern auch uncultivirte, durch Vertreter ihrer Bevölkerungen bei uns in einer Art von Museum oder Akademie vereinigt zu sehen, um diese fremden Culturen, ihre Wissenschaft und Kunstfertigkeit unmittelbar kennen zu lernen. Hier ist ein fruchtbarer Gedanke, der bis jetzt in den modernen Culturstaaten eine noch sehr unvollkommene Ausführung gefunden hat. Für astronomische Zwecke fordert er bessere Instrumente, und der neugefundene Briefwechsel mit Euler zeigt, wie sich Maupertuis auch aus der Ferne auf das Lebhafteste für die leider allzu langsamen Fortschritte auf diesem Gebiete interessirt. Ebenso fordert er für die Naturforschung vollkommenere Mikroskope. Die Vivisection muss mit grösserer Kühnheit betrieben werden, namentlich auch um den Zusammenhang von Leib und Seele durch das Experiment erforschen zu können. Endlich müssen fremde Thiere in zoologischen Gärten gehalten und gezüchtet werden, womit Maupertuis selbst in seinem Hause einen Anfang gemacht hatte. Er betont auf das Schärfste, dass hier wie überall in den Naturwissenschaften das wissenschaftliche Experiment die Entscheidung bringen werde. Ja, er hofft sogar metaphysische

Probleme wie den Ursprung der Sprache und damit der Begriffe durch Erziehungsexperimente lösen zu können, die freilich etwas an die Herodotische Novelle vom Könige Psammetich erinnern. Das Räthsel der Sprache beschäftigte Maupertuis lange; ja, er hatte es schon 1748 in einer eigenen Abhandlung zu ergründen unternommen. Er streift auch öfter das von Leibniz von seinem Knabenalter bis in die späteste Lebenszeit verfolgte Phantom einer Universalschrift und Universalsprache, das er mit Recht für unausführbar hält. Dagegen denkt er an die Erfindung einer vereinfachten, aller Verschiedenheit der Flexion, des Geschlechtes u. dergl. beraubten Sprache, deren Grammatik man in einer Stunde sich aneignen und deren Wörter man ohne Schwierigkeit aus einem Lexikon kennen lernen würde. Er berührt sich hier mit den Versuchen der neuesten Zeit, sogenannte Weltsprachen zu erfinden, die in der Kindlichkeit ihrer Idee und dem Ungeschick ihrer Ausführung heutzutage weniger Entschuldigung finden dürften als zur Zeit Maupertuis', wo der Rationalismus auch die Sprache meistern zu dürfen glaubte, wo z. B. Friedrich der Grosse selbst allen Ernstes die deutsche Sprache durch Änderung der Endungen wohllautender zu gestalten vorschlug. Maupertuis selbst hat über die beste Universalsprache zu verschiedenen Zeiten verschieden gedacht. Seine Rede bei der Aufnahme in die *Académie française* verbreitet sich ausführlich darüber und klingt aus in das Lob der französischen Sprache, die zur wirklichen Weltsprache geworden sei. Aber er hat während seines ganzen Lebens eine gewisse Vorliebe für das Latein behalten, er hat sogar noch 1750 sein *Système de la nature* zuerst lateinisch unter einem Pseudonym herausgegeben und Friedrich dem Grossen manche sinnvolle Devise und stilvolles Elogium in dieser Sprache verfasst. Er erkannte daher wie Friedrich selbst die Nothwendigkeit der lateinischen als einer wissenschaftlichen Universalsprache an. Aber er wünschte ihre Erlernung erleichtert. Es soll, so schlägt er in diesen Briefen vor, eine lateinische Stadt gegründet werden, wo männiglich Latein spricht und wo die Kinder ohne Mühe sich dieser Sprache bemächtigen können. Wäre Maupertuis etwas bewanderter in der paedagogischen Litteratur gewesen, so würde er gefunden haben, dass sein Vorschlag nichts Neues brachte. Abgesehen von den mittelalterlichen Klöstern, die ja theilweise solche lateinische Colonien waren, ist im sechzehnten Jahrhundert häufig der Versuch verlangt und gemacht worden, die Kinder durch die Conversation, nicht durch die Grammatik in die Beherrschung des Lateins einzuführen. Schon Johannes Sturm, der berühmte Strassburger Paedagog, beklagte es, dass unsere Knaben nicht bereits an der Mutterbrust anfingen, lateinisch zu lallen, und sein Zeitgenosse Montaigne hat wirklich in früher Jugend durch Conversation sich dieser Sprache spielend bemächtigt. Ja, Trotzendorf

hat es in seiner berühmten Goldberger Schule erreicht, dass Alles Latein sprach, dass, wie er sagt, es für schimpflich galt, ein deutsches Wort zu sprechen, ja dass sogar Knechte und Mägde sich in der Sprache Latiums unterhielten. Schon Eilhard Labin, Professor in Rostock († 1621), forderte genau wie Maupertuis die Gründung einer lateinischen Stadt in der *sola conversatione usuque latinam linguam docerentur pueri*. An den Plan der gelehrten Stadt, der unter dem grossen Kurfürsten auftauchte — es ist der Vorgedanke unserer Akademie — sei hier nur im Vorbeigehen erinnert. Im 18. Jahrhundert freilich trat das Latein so zurück, dass von lateinischen Städten nicht mehr die Rede war, obgleich Basedow gerade in jenen Jahren, als Maupertuis' *Lettres* erschienen, seine Methode, Latein einem siebenjährigen Knaben spielend beizubringen, zuerst erprobt hatte.

Maupertuis hatte dies Buch dem Könige, der ihm kurz zuvor mitgetheilt hatte, er schreibe gerade sein politisches Testament, gleichsam als sein wissenschaftliches Testament übersandt. Der Begleitbrief, der verloren ist, muss traurige Todesgedanken enthalten haben. Denn der König antwortete: »Schicken Sie mir nur immer Ihre postumen Werke und sterben Sie nie. Ich habe Ihre Briefe gelesen. Sie sind, mögen Ihre Kritiker sagen, was sie wollen, gut geschrieben und tief. Ich wiederhole Ihnen, was ich Ihnen gesagt habe: beruhigen Sie Sich, mein lieber Maupertuis, und kümmern Sie Sich nicht um das Summen der Insecten, die in der Luft herumfliegen.« Aber dies Insect hatte unterdessen den unglücklichen Briefschreiber mit tödtlichem Stachel getroffen. Ich meine Voltaire's »Geschichte des Doctors Akakia«, welche die Katastrophe herbeiführte.

Akakia war der Leibarzt Franz I., der nach der Sitte der Zeit seinen Namen Martin-sans-malice graecisirt hatte. Hier erscheint nun dieser Doctor Harmlos als Leibarzt des Papstes und führt zuerst den Nachweis, dass ein so berühmter Mann wie der Praesident der Berliner Akademie unmöglich der Verfasser der Briefe sein könne. Es sei vielmehr die Fälschung eines jungen naseweisen Studenten, der ein Drittel des Bandes aus Maupertuis' echten Schriften abgeschrieben und das Übrige mit seinen eigenen unverzeihlichen Dummheiten angefüllt habe. In dem nun folgenden Inquisitionsverfahren werden alle Schrullen und halben Gedanken, die sich in den Lettres finden, ergötzlich zu ganzen Ungedanken entwickelt: die Nordpolexpedition, das Loch bis zum Mittelpunkt der Erde, die lateinische Stadt und Anderes der Art gab Anlass zu einem göttlichen Gelächter, das über ganz Europa schallte. Die kleine, sofort in vielen Auflagen verbreitete Satire ist in der That ein Meisterwerk auf dem Gebiet, wo Voltaire unbestrittener Meister ist. Obgleich der Hauptwitz, dass die *Lettres* dem grossen Praesiden-

ten nur untergeschoben seien, bereits ein halbes Jahrhundert vorher in dem Boyle-Bentley'schen Streit um die gefälschten Phalarisbriefe wirksamer verwandt worden war, obgleich die verschiedenen Scherze sich überstürzen und kein Witz zu Ende gedacht ist, obgleich dem Humor Feinheit und Tiefe fehlt, so kann sich doch Niemand auch heute noch der Wirkung dieses Pamphletes entziehen. Und damals lachte alles in Berlin und ausserhalb über den eitlen Praesidenten, an dem das Sprichwort seiner Landsleute: »Das Lächerliche tödtet« zur Wahrheit werden sollte.

Nur Einer lachte nicht. Das war der König. Voltaire hatte die Stirn gehabt, ihm das Manuscript des Pamphletes vorzulesen, um ihn durch Lachen vorher zu entwaffnen. Aber der König blieb seiner Würde und seiner Freundschaft für Maupertuis auch diesem Meisterstücke gegenüber eingedenk. Er warf die Bogen in's Feuer und untersagte Voltaire auf das Ernsteste die Veröffentlichung. Trotzdem liess dieser eine Abschrift auf eine gefälschte Druckerlaubniss hin in Potsdam drucken. Dieser doppelte Treubruch machte Friedrich's Langmuth ein Ende. Auf seinen Befehl ward am Abend des 24. December 1752 der Docteur Akakia von Henkershand auf dem Gensdarmenmarkt verbrannt.

Dieses Weihnachtsfeuer, das Voltaire aus den Fenstern seiner Privatwohnung in der Taubenstrasse mitansah, gab ihm das Signal zur Flucht. Am Neujahrstage des folgenden Jahres schickte er dem Könige Kammerherrenschlüssel und Orden zurück, doch verzögerte sich die Abreise noch, da sowohl Friedrich wie Voltaire ein Interesse daran hatte, wenigstens die Form zu wahren. So reiste er denn nach manchem Hin und Her der Verhandlungen am 26. März 1753 mit Urlaub des Königs von Potsdam ab. Aber es war ein Abschied auf Nimmerwiedersehen.

Maupertuis athmete auf. Aber umsonst; die Wunde sass zu tief. Er konnte sich nicht mehr erholen. Ja, er hatte die nur aus seinem gänzlich zerrütteten Zustande begreifliche Unklugheit, seinem fliehenden Feinde eine Duellforderung nach Leipzig nachzusenden, worauf Voltaire wieder in der allerwitzigsten Weise antwortete. Der König griff auch hier noch einmal ein, um seinem todtkranken Freunde lindernden Balsam in die Wunde zu giessen. Er schrieb einen sehr langen und scharfen Brief an Voltaire (19. April 1753), in dem er ihm sein ganzes Sündenregister vorhielt, und eine Abschrift davon legte er einem eigenhändigen Briefe an Maupertuis bei, der eine glänzende Anerkennung seiner Verdienste enthält. Er sagt darin unter Anderem: »Als ich Sie zum Praesidenten meiner Akademie ernannte, war es nicht bloss Ihre wissenschaftliche Befähigung, die mich dazu bestimmte; ich kannte

ausserdem Ihre Uneigennützigkeit, Ihre Unparteilichkeit, Ihren weitschauenden Blick, der es Ihnen ermöglichte, trotz Ihrer erhabenen Speculationen auch die für diese Stellung nöthigen Einzelheiten zu übersehen. Ich war stets befriedigt von Ihrer Haltung; Ihre Verdienste und Ihre erprobte Rechtschaffenheit lassen mich sehnlichst die Wiederherstellung Ihrer Gesundheit wünschen.«

Voltaire rächte sich an Friedrich, dessen Agenten ihn noch zuletzt ohne seinen Willen in Frankfurt schlecht behandelt hatten, durch Veröffentlichung niedriger Schmähschriften, deren schlimmste, schon 1752 entworfene, er später selbst für gerathen hielt zu verleugnen. Da schrieb der König an Maupertuis (Ende September 1753): »Das ficht mich gar nicht an. Denn wenn die Anschuldigungen, die er gegen mich vorbringt, begründet sind, nun so ist's an mir, mich zu bessern; und wenn es Lügen sind, so wird die Wahrheit, wie immer, schliesslich über den Trug triumphiren. Das ist meine Art zu denken und mir die Ruhe meines Gemüthes trotz aller geplanten Erschütterungen zu bewahren. Es ist leider das Loos öffentlicher Persönlichkeiten, der Verleumdung als Zielscheibe zu dienen.« ... »Ich hatte ein durchgehendes Pferd, das alle Welt überrannte, im Lauf aufhalten wollen. Es nimmt mich gar nicht Wunder, dass ich dabei mit Koth bespritzt worden bin. Trösten wir uns mit einander, mein lieber Praesident, und denken Sie stets an das Wort Marc Aurel's, das mit goldenen Lettern über den Thüren aller Philosophen stehen müsste: »»Den Beleidigern und Boshaften gegenüber musst Du Gnade walten lassen, nicht aber gegenüber den braven Leuten, die Dich nicht kränken.«« Leben Sie wohl, mein Lieber; wenn Marc Aurel spricht, ziemt es mir zu schweigen«.

Leider brachte auch der Aufenthalt im Süden, den Maupertuis in diesem Jahre aufgesucht hatte, keine Besserung der Gesundheit und der Stimmung. In Frankreich wie in Berlin, wohin er 1754 zurückkehrte, verschlimmerte sich sein Zustand. Er war seit dem Akakia ein gebrochener Mann, den man — das fühlte er wohl — höchstens mit sympathischem Mitleide behandelte. Nachdem er 1756 wieder nach Frankreich zurückgekehrt war, wird sein Befinden, wie wir durch die zahlreichen Briefe verfolgen können, immer trostloser. Dazu kam noch die politische Entzweiung Preussens und Frankreichs im siebenjährigen Krieg, die sein Herz zerriss. So irrte er rastlos und trostlos in Frankreich umher; er wollte dann nach Italien gehen, aber über Basel gelangte er nicht hinaus. Dort ist er in den Armen des jüngeren Johann Bernoulli am 27. Juli 1759 gestorben, nachdem er in die Hand seines Freundes die Erklärung abgegeben, dass er Voltaire verziehen habe.

FRIEDRICH bewahrte seinem Praesidenten die Treue über das Grab hinaus. Ja, gerade über dem Grabe erhob sich wiederum, wie vor sieben Jahren, ein lebhafter Kampf mit dem unversöhnlichen VOLTAIRE. Der König hatte trotz Allem, was er durch ihn erlitten, auf die Dauer nicht ohne ihn auskommen können. So war wieder ein Briefwechsel in Gang gekommen, der aber bei MAUPERTUIS' Tod einen sehr gereizten Ton annahm. VOLTAIRE hatte das traurige Ereigniss allen seinen Freunden gegenüber zu elenden Wiederholungen seiner Akakiaspässe missbraucht. Der König redete ihm heftig in's Gewissen. »Ich glaube,« schrieb er ihm am 17. November 1759, »Sie wären im Stande, in die Unterwelt wie Orpheus hinabzusteigen, aber nicht um Pluto zu erweichen, nicht um die schöne Emilie zurückzuführen, sondern um an diesem Jammerorte einem Feinde nachzusetzen, den Ihre Rachsucht bereits auf dieser Erde nur allzu sehr verfolgt hat. Opfern Sie doch mir oder vielmehr Ihrem Ruhm Ihre Rache, auf dass das grösste Genie Frankreichs auch der grossmüthigste Mann seiner Nation heisse.«

Aber dieser bewegliche Appell an das Ehrgefühl VOLTAIRE's hatte nur den Erfolg, dass dieser mit unwahren Insinuationen die Treue des Verstorbenen gegen den König antastete. Da bricht nun aber FRIEDRICH's heller Zorn los. Aus Freiberg, 3. April 1760, antwortet er ihm: »Welche Wuth stachelt Sie denn immer noch gegen MAUPERTUIS?« Nachdem er die Verdächtigung kurz zurückgewiesen und die Ehre des Todten gewahrt, bricht er in die Verse aus:

»O lass sie endlich ruhn in Frieden,
Die Manen unsres Maupertuis!
Die Wahrheit selbst hat sich entschieden
Und wappnet sich zum Kampf für sie.

Sein treu Gemüth, sein edles Streben
Mög' als ein Muster vor Dir schweben:
Maupertuis konnte Dir verzeih'n,
Was Du verleumdend einst gewitzelt,
Und niedrig schwärzend hingekritzelt,
Um ihn voll Bosheit zu verschrei'n.

Ziemt denn solch Rasen dem Poeten,
Der meinem Herzen nah getreten?
Wie? Jener edle, hohe Geist
Besudelt sich mit Schandpamphleten,
Die selbst der Tod nicht schweigen heisst!

So schwärmen beutegier'ge Raben
Mit frohem Krächzen durch die Luft;
Sie kreisen um die frische Gruft,
Am Leichenschmause sich zu laben.

Nein! Dieser Frevelthaten Zug
Zeigt nimmer mir den Geistesflug,
Der uns erschuf die Henriade:
All jener Tugenden Parade,
An die ich glaubte, war Betrug.

Ach! Wenn in Dir trotz aller Fehle
Nicht ganz verblich der Ehre Schein,
So stimm' in meine Seufzer ein
Um Deine reuvergess'ne Seele.»

Umgehend langte Voltaire's Antwort an (vom 21. April). Er entschuldigt sich erst ein wenig, um dann mit aller Macht zum Angriff gegen den König selbst vorzugehen und alles Unrecht aufzuzählen, das ihm der König in seinem Leben angethan habe. Man erwartet, dass der König auf eine solche, ohne jede Feinheit und jeden Tact geschriebene Invective den Briefwechsel abgebrochen oder wenigstens seiner Entrüstung Ausdruck verliehen habe. Aber was geschieht? Er antwortet aus Meissen (12. Mai) mit philosophischer Ruhe und heitrer Überlegenheit. Die Angriffe weist er mit einem Worte ab und dann fährt er anknüpfend an ein trübes Wort Voltaire's also fort: Sprechen Sie mir nicht von Ihrem Sterben! »Sie werden mich und die Hälfte der gegenwärtigen Generation zu Grabe tragen. Sie werden das Vergnügen haben, auf mein Grab ein boshaftes Couplet zu dichten, und ich will mich darüber nicht ärgern; im Gegentheil, ich gebe Ihnen schon jetzt die Absolution dafür. Sie werden gut daran thun, diese Stoffe schon jetzt bereit zu legen. Vielleicht werden Sie eher, als Sie denken, davon Gebrauch machen können. Was mich betrifft, so werde ich da unten Virgil erzählen, es gebe einen Franzosen, der ihn in seiner Kunst übertroffen habe. Ebenso werde ich zu Sophokles und Euripides reden; ich werde mit Thukydides von Ihrer *Histoire* sprechen, mit Curtius von Ihrem *Charles XII.*, und ich werde vermuthlich von allen diesen Todten gesteinigt werden, weil sie neidisch darauf sind, dass ein einziger Mensch so viel verschiedene Verdienste in sich vereinigen konnte. Aber dann wird Maupertuis kommen und, um jene zu trösten, den Zoïlus in einem Winkel den Akakia vorlesen lassen!«

Mit dieser Satire, der an Feinheit und Grazie Voltaire nichts Ähnliches zur Seite stellen könnte, hat Friedrich die Manen seines verstorbenen Freundes in edler Weise gerächt. Uns aber bleibt die Genugthuung, dass der unglückliche Mann, dem zwei hochberühmte Landsleute, Gesinnungsgenossen und Freunde treulos die Freundschaft gebrochen haben, anhängliche Liebe und dankbares Andenken über das Grab hinaus bei denen gefunden hat, die immer noch wie zu Taci-

tus' Zeit die »halsstarrige Treue« für die erste Mannestugend erachten. So betrachtet wird die traurige Lebensgeschichte des Praesidenten Maupertuis zu einem unverwelklichen Blatte im Ruhmeskranze Friedrich's des Grossen und seiner Akademie.

Alsdann wurden die folgenden Berichte über die fortlaufenden grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und der ihr angegliederten Stiftungen und Institute erstattet.

Sammlung der griechischen Inschriften.

Bericht des Hrn. Kirchhoff.

Nachdem zu Beginn des abgelaufenen Jahres die Arbeit des Hrn. Dr. Wuensch *Defixionum tabellae atticae* im Druck vollendet und als Anhang zum Corpus der Attischen Inschriften ausgegeben worden war, ist bald darauf dem gefassten Beschlusse gemäss auch der bis dahin fertig gestellte Theil des dritten Bandes der Nordgriechischen Inschriften zur Ausgabe gelangt; wann es Hrn. Dittenberger möglich sein wird, den Rest für den Druck fertig zu stellen, lässt sich bis jetzt nicht sagen, da die Erfüllung der nothwendigen Vorbedingung, einer Bereisung nämlich Thessaliens, von der Gestaltung der äusseren Verhältnisse in diesen Gegenden abhängig ist, die zur Zeit nicht mit Sicherheit vorausgesehen werden kann.

Dagegen hat der Druck der von Hrn. Paton zusammengestellten und redigirten Inschriften von Lesbos und Tenedos, welche das zweite Heft des Corpus der Inselinschriften bilden sollen, begonnen werden können und hat gleichzeitig Hr. Dr. Frhr. Hiller von Gärtringen für ein drittes Heft die von ihm redigirten epigraphischen Ergebnisse seiner Ausgrabungen und Reisen auf Thera und den umliegenden Inseln zur Verfügung gestellt; der Druck ist bereits so weit vorgeschritten, dass seiner Vollendung noch im Laufe dieses Jahres mit Sicherheit entgegengesehen werden darf.

Mit der Redaction einer ersten Abtheilung der Peloponnesischen Inschriften ist Hr. Prof. M. Fränkel andauernd beschäftigt.

Sammlung der lateinischen Inschriften.

Bericht der HH. Mommsen und Hirschfeld.

Von den Nachträgen zu den Inschriften der Stadt Rom (Band 6) sind die wichtigen Colosseumsinschriften, die Acten der Saecularspiele und die Nachträge zu den Arvalacten (Bogen 403—410) von Hrn.

Hülsen fertig gestellt worden. Die grossen typographischen Schwierigkeiten der Drucklegung dieser Abtheilung haben einen rascheren Fortgang des Satzes nicht gestattet.

Von dem 11. Bande (Mittel-Italien) ist nur ein Theil des Instrumentum (bis Bogen 134) von Hrn. Ihm dem Druck übergeben worden; doch ist das Manuscript für die noch ausstehenden Abtheilungen, insbesondere die Arretinischen Gefässe, druckfertig. Die Nachträge zu dem gesammten Bande sind von dem Herausgeber desselben, Hrn. Bormann, im Manuscript fertig gestellt; die Vorarbeiten für die Indices befinden sich in Arbeit.

Die Inschriften der Lugdunensis sind von Hrn. Hirschfeld so weit gefördert worden, dass die Herausgabe der ersten Abtheilung des 13. Bandes (Aquitania und Lugdunensis) in diesem Sommer wird erfolgen können. Hr. Zangemeister hat den Druck der Inschriften von Germania superior (13, 2) wieder aufgenommen. Die Drucklegung der dritten Abtheilung des Bandes, die das Instrumentum von Gallien und Germanien umfassen wird, ist kürzlich von Hrn. Bohn begonnen worden.

Hr. Dressel hat den 15. Band (Instrumentum der Stadt Rom) bis Bogen 113 zum Druck gebracht; er gedenkt die zweite Abtheilung dieses Bandes im Sommer d. J. zur Ausgabe zu bringen.

Die sicher gehegte Hoffnung, den 3. Supplementband in diesem Jahre abzuschliessen, ist in Folge der überaus langsamen Drucklegung der Indices seitens ihres Bearbeiters leider nicht in Erfüllung gegangen.

Die Pompejanischen Wachstafeln sind von Hrn. Zangemeister fertig gestellt und sollen demnächst zur Ausgabe gelangen. Die Drucklegung der zweiten Abtheilung des 4. Supplementbandes wird Hr. Mau dann sofort in Angriff nehmen.

Der 8. von den HH. Cagnat und Dessau bearbeitete Supplementband der Africanischen Inschriften wird, bis auf die Nachträge und Indices, voraussichtlich in diesem Jahre abgeschlossen werden.

Das epigraphische Archiv, das sich zur Zeit in den Räumen der Königlichen Bibliothek befindet und jeden Dienstag von 11–1 Uhr unter den durch die Beschaffenheit der Sammlung gebotenen Cautelen der Benutzung offen steht, hat im verflossenen Jahre einen grösseren Zuwachs nicht erhalten.

Aristoteles-Commentare.

Bericht des Hrn. Diels.

Im verflossenen Jahre ist Bd. IV 5 Ammonius de interpretatione herausgegeben von A. Busse erschienen. Der Druck des Alexander in Sophisticos elenchos (II 3), bearbeitet von M. Wallies, ist regelmässig gefördert worden und wird bald vollendet sein.

Prosopographie der römischen Kaiserzeit.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Die beiden ersten Bände (*A–C* und *D–O*) sind in der Bearbeitung der HH. Klebs und Dessau im Anfang des vergangenen Jahres zur Ausgabe gelangt. Die Drucklegung des 3. Bandes (*P–Z*) hofft Hr. Dessau im Frühling dieses Jahres abzuschliessen.

Politische Correspondenz Friedrich's des Grossen.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

Der 1897 erschienene 24. Band vereinigt unter 599 Nummern den Schriftwechsel aus der Zeit vom 1. October 1764 bis zum Ende des Jahres 1765. Auch aus diesem Bande tritt die Thatsache entgegen, dass der Angelpunkt der auswärtigen Politik König Friedrich's das russische Bündniss geworden ist. Im engen Einvernehmen mit Russland nimmt er zu den politischen Vorgängen in Polen, in Schweden, in der Türkei Stellung; die diplomatischen Beziehungen zu dem Bundesgenossen seiner ersten Regierungsperiode, zu Frankreich, sind überhaupt noch nicht wieder angeknüpft; die offenen und verdeckten Werbungen Englands um Wiedergewinnung des Bündnisses mit Preussen weist Friedrich zurück, indem er unverhohlen seine üblen Erfahrungen zu Ausgang des siebenjährigen Krieges und die mit dem System der Parteiregierung zusammenhängende Unzuverlässigkeit der englischen Politik als Grund anführt; das Bündniss ausschliesslich mit Russland genügt ihm vollständig. Der Verkehr mit dem Wiener Hofe bewegt sich in kühlen, höflichen Formen, doch erweckt die Persönlichkeit des neuen Kaisers Joseph II., der in den preussischen Gesandtschaftsberichten als ein Bewunderer des Königs erscheint, ihm die Hoffnung auf Erhaltung des Friedens zwischen den beiden Staaten.

Der 25. Band, der voraussichtlich die beiden Jahre 1766 und 1767 umfassen wird, ist in Vorbereitung; die einschlägigen Arbeiten bleiben den HH. Dr. Treusch von Buttlar und Dr. Volz anvertraut.

Ausgabe der Werke Dirichlet's.

Bericht des Hrn. Fuchs.

Auf Veranlassung der Akademie wird eine Herausgabe der Werke von Gustav Lejeune Dirichlet veranstaltet. Der unter der Leitung von Kronecker ausgeführte erste Band ist im Jahre 1889 im Drucke erschienen. Von dem zweiten Band waren die ersten 15 Bogen eben-

falls noch von Kronecker zum Druck gebracht worden. Den übrigen Theil desselben hat der Berichterstatter im Sommer 1897 druckfertig gestellt, so dass der zweite Band im September v. J. zur Ausgabe gelangte.

Griechisches Münzwerk.

Bericht des Hrn. Mommsen.

Der Druck des ersten Bandes des nordgriechischen Münzwerkes hat von Hrn. Pick leider auch in dem abgelaufenen Jahre nicht so, wie zu wünschen war, gefördert worden können; er ist erst bis zum 33. Bogen gelangt und für den Abschluss wird ein bestimmter Termin nicht bezeichnet.

Den dritten Band desselben Werkes hat Hr. Gäbler so weit geführt, dass der Satz beginnen kann, sowie die für diese Abtheilung erforderlichen sehr zahlreichen Monogramme geschnitten sein werden.

Die litterarischen Vorarbeiten für die Sammlung der kleinasiatischen Münzen sind von Hrn. Kubitschek in Wien zum Abschluss gebracht worden. Die Bearbeitung dieses umfassenden Werkes soll verschiedenen Redacteuren übertragen werden und es sind diesfällige Vereinbarungen mit den HH. v. Fritze, Frhr. Hiller v. Gärtringen und Kubitschek abgeschlossen worden.

Acta Borussica.

Bericht der HH. Schmoller und Koser.

Die Drucklegung des Briefwechsels zwischen Friedrich Wilhelm I. und dem Fürsten Leopold von Dessau durch Prof. Dr. Krauske in Göttingen wird im Februar 1898 beginnen können.

Der zweite Band der Acten, welche sich auf die Behördenorganisation unter Friedrich Wilhelm I. beziehen, ist durch Dr. Victor Löwe so weit gefördert worden, dass der Druck am 1. October 1897 beginnen konnte; er ist 1. Januar 1898 bis Bogen 19 vorangeschritten und wird nach einer kleinen Pause, die nöthig ist, um einige Lücken zu ergänzen, rasch weiter gefördert werden.

Dr. Hintze hat die Acten, welche sich auf die Behördenorganisation Friedrich des Grossen bis 1756 beziehen, und die dazu gehörige Einleitung, welche einen kurzen Überblick über den Stand der Behördenorganisation im Jahre 1740 geben soll, so weit vollendet, dass der Druck des ersten Bandes dieser Abtheilung bald beginnen kann.

Dr. W. Naudé ist im Laufe des Sommers 1897 erkrankt, so dass die Förderung seiner Publication eine Unterbrechung erlitt. Es ist zu hoffen, dass er 1. April wieder in Thätigkeit treten kann.

Dr. Frhr. von Schrötter hat die archivalischen Vorarbeiten für die preussische Münzgeschichte des 18. Jahrhunderts nahezu vollendet: es werden nur einige der auswärtigen Archive noch zu besuchen sein. Er ist jetzt im Begriffe, die Münzsammlungen zu bearbeiten und die Beschreibung der Münzen, die abgebildet werden sollen, herzustellen.

Dr. Bracht hat die brandenburgischen Archivalien über Tuchindustrie, Wollhandel und Einschlägiges bis 1713 jetzt ganz durchgearbeitet und versucht, die Resultate zu einer einheitlichen Darstellung zu verarbeiten.

Dr. F. Lohmann hat seine archivalischen Studien in Paris über Reglements der Hausindustrie und Handelsstatistik dieses Frühjahr mit Erfolg beendigt und befindet sich seit dem Herbst zu gleichem Zwecke in London.

Historisches Institut in Rom.

Bericht der HH. Lenz und Koser.

Abermals hat die akademische Commission einen schweren Verlust erlitten durch den Tod ihres Vorsitzenden, des Hrn. Wattenbach, der ihr seit ihrer Begründung angehörte und nach dem Tode Hrn. von Sybel's ihre Geschäfte mit immer regem Interesse geleitet hat.

In Rom hat der engere Kreis der Mitglieder unseres Instituts keine Veränderung erfahren; dagegen hat die demselben angegliederte Redaction des Repertorium Germanicum am 1. April Hrn. Dr. Haller verloren, der sich an der Universität zu Basel habilitirt hat; an seine Stelle ist am 1. November Hr. Dr. Vahlen, bisher Hülfsarbeiter an der Universitätsbibliothek zu Göttingen, mit Urlaub seitens der Bibliotheksverwaltung getreten.

Die Arbeit an den Nuntiaturberichten schritt auch in dem verflossenen Jahre rüstig fort. Von der ersten Serie ward der achte Band noch vor Jahresschluss im Druck vollendet; bis fast an den Ausbruch des Schmalkaldischen Krieges heranreichend, beleuchtet er das Bündniss Carl's V. mit der Curie, welches den Krieg entschied, aus der Fülle der originalen Acten. Inzwischen ist der neunte Band, der den Krieg gegen die deutschen Protestanten selbst in seinem ganzen Verlauf umfassen wird, so weit gefördert, dass er im nächsten Sommer in Druck gegeben werden kann. Überdies ist bereits in den römischen und anderen italienischen Archiven bis zum Tode Paul's III. (November 1549) ein reiches Material gesammelt worden. — Die Periode Julius' III. (1550—1555) bearbeitet seit dem Vorjahr Hr. Dr. Kupke. Da es ihm trotz alles Suchens nicht gelungen ist, nennenswerthe Berichte aus den ersten anderthalb Jahren dieses Pontificates aufzufinden, wurde er genöthigt, in seinen ersten Band die Depeschen des Nuntius beim Kaiser,

Pietro Bartano's, Bischofs von Fano, dessen Nuntiatur sich bis Mai 1552 erstreckte, aufzunehmen, wozu noch ergänzend die Berichte der Nuntien bei dem römischen König und Auszüge aus den Relationen anderer Gesandten kommen werden; seine Sammlungen hat Dr. Kupke bereits über alle Jahre Julius' III. und bis in die Epoche Paul's IV. hinein ausgedehnt.

In der 3. Abtheilung (Pontificat Gregor's XIII.) ist Hr. Dr. Schellhass unausgesetzt mit dem Heranschaffen des Materials beschäftigt; der 2. Band, der die weiteren Berichte des Nuntius Bartolomeo Porzia (1574—1576) enthalten wird, ist so weit vorgeschritten, dass wir das Manuscript im Sommer dem Verleger einzureichen hoffen dürfen.

Von den Bearbeitern der 4. Abtheilung der Nuntiaturberichte, den HH. Dr. Heidenhain und Dr. Kiewning, ist der erstere, der im Sommer eine bibliothekarische Stellung in Jena angenommen hat, hierdurch sowie durch sein langwieriges Augenleiden noch immer verhindert worden, seine umfassenden Arbeiten über den Pontificat Paul's V. abzuschliessen; er hofft aber bestimmt, im kommenden Arbeitsjahr einen Band, der in die Zeit Clemens' VIII. zurückgreifen und bis in den November 1605 führen wird, fertig zu stellen. Dr. Kiewning, z. Zt. Assistent am Staatsarchiv in Königsberg, hat in diesem Jahr den 2. Band der Nuntiatur Pallotto's bei Kaiser Ferdinand II. (1629) herausgegeben.

Ein neues Unternehmen des Instituts ist in diesem Jahr mit den »Quellen und Forschungen aus italienischen Archiven und Bibliotheken« in's Leben getreten. Es soll ein eigenes Organ desselben werden für kleinere Arbeiten und Mittheilungen der Mitglieder, jedoch auch anderen deutschen Forschern, soweit es der Raum erlaubt, offen stehen. Jährlich sollen zwei Hefte im Gesammtumfange von zwanzig Bogen erscheinen. Den Verlag hat die Firma E. Löscher u. Co. in Rom übernommen. Das erste Heft, mit Beiträgen der HH. Friedensburg, Schellhass, Haller und Kupke, ist im Herbst ausgegeben worden.

Auch in dem Berichtsjahr sind zahlreiche Anfragen auswärtiger Forscher bei dem Institut eingelaufen, denen die Mitglieder desselben stets gern und mit Hingebung nachgekommen sind.

Die Institutsbibliothek ist in diesem Jahr mehr als je, um 367 Nummern, bereichert worden. Sie umfasst bereits über 1100 Werke, und es ist darum schon ein systematischer Katalog angelegt worden.

Unser langgehegter Wunsch, durch die Einstellung des Instituts in den Staatshaushalts-Etat eine feste Basis für seine Mitglieder und ihre Arbeiten zu gewinnen, geht jetzt, wie wir hoffen dürfen, der Erfüllung entgegen, nachdem die Mittel dafür in den Entwurf des nächstjährigen Etats aufgenommen sind.

Für das Repertorium Germanicum, dessen Fonds am 1. April des Jahres erschöpft war, sind abermals von Sr. Majestät dem Kaiser und König aus dem Allerhöchsten Dispositionsfonds 60000 Mark auf weitere vier Jahre allergnädigst bewilligt worden. Es steht zu erwarten, dass in diesem Zeitraum das vorgesteckte Ziel, die Repertorisirung aller Germanica der päpstlichen Archive von 1378 bis 1447, erreicht werden wird. Nachdem die Arbeiten für den Pontificat Eugen's IV. abgeschlossen worden, sind die Register Urban's VI., Bonifaz' IX., Innocenz' VII. und Gregor's XII. systematisch in Angriff genommen. Der erste Band des Unternehmens ist im Sommer ausgegeben worden.

Thesaurus linguae latinae.

Bericht des Hrn. Diels.

Die Pfingstconferenz hat im vergangenen Jahre am 8. und 9. Juli in Leipzig stattgefunden. Es konnte ein befriedigender Fortgang der Arbeiten constatirt werden. Von der Direction in München waren von vollständigen Indices bis dahin 812 Kästen zu etwa 1800 Zettel und 12 Kästen mit Excerptzetteln hergestellt worden, von der Direction in Göttingen 796 Kästen mit vollständigen Indices und 25 Excerptkästen. An beiden Stellen belief sich das gesammte Material auf 3 Millionen Zettel. Die sehr eingehenden Berathungen über die Vertheilung und Organisation der Redactionsarbeit sind noch nicht zum Abschlusse gelangt.

Kant-Ausgabe.

Bericht des Hrn. Dilthey.

Nachdem die Sammlung des handschriftlichen Materials zum Abschluss gediehen war, gelangten die Fragen, welche sich auf die Form der Edition beziehen, in Behandlung. Zur Verständigung über dieselben trat am 6. März die akademische Commission zusammen, zu welcher die Leiter der einzelnen Abtheilungen, die HH. Adickes, Heinze und Reicke hinzugezogen worden waren. Die Ausgabe wird in vier Abtheilungen zerfallen. Die erste wird in etwa neun Bänden die Werke enthalten. In der zweiten wird zum ersten Male vollständig der handschriftliche Nachlass Kant's, geordnet nach sachlichen Gesichtspunkten, in fünf bis sechs Bänden veröffentlicht werden. Die dritte Abtheilung wird den Briefwechsel in zwei Bänden umfassen. In der vierten wird das Wissenswürdige aus Kant's Vorlesungen in etwa vier Bänden nach den zahlreichen vorhandenen Nachschriften mitgetheilt werden.

Umfassende Vorarbeiten, welche die Behandlung des Textes in Rücksicht auf Orthographie und Interpunction betreffen, sind im Gange.

In der Abtheilung der Werke sind Verträge mit den HH. Rahts (Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels), Erdmann (Kritik der reinen Vernunft), Natorp (Kritik der praktischen Vernunft und Metaphysik der Sitten), Windelband (Kritik der Urtheilskraft), Heinze (Logik), Külpe (Anthropologie), Schöne (Physische Geographie) abgeschlossen worden. Andere sind in Vorbereitung. In der vierten Abtheilung sind ausser Hrn. Heinze (Encyklopaedie, Logik, Metaphysik, Religionsphilosophie), die HH. Külpe (Anthropologie), Schöne (Physische Geographie), Menzer (Ethik) als Mitarbeiter thätig.

Zuerst wird der Briefwechsel veröffentlicht werden.

Wörterbuch der aegyptischen Sprache.

Bericht des Hrn. Erman.

Seine Majestät der Kaiser haben allergnädigst geruht, durch Allerhöchsten Erlass vom 10. Mai 1897 die Mittel zur Herausgabe eines »Wörterbuches der aegyptischen Sprache« zu bewilligen. Das Werk soll den gesammten Sprachschatz umfassen, den die in hieroglyphischer (bez. hieratischer) Schrift geschriebenen Texte bewahrt haben; die demotischen und koptischen Texte sollen dagegen nur so weit herangezogen werden, als es die Erklärung hieroglyphisch geschriebener Worte verlangt.

Die Sammlung des Materials erfolgt nach dem bei dem »Thesaurus linguae latinae« ausgebildeten Verfahren. Die Dauer der Arbeit bis zum Beginne des Druckes ist auf etwa elf Jahre berechnet.

Die Aufsicht über das Unternehmen wird von der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig und der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu München ausgeübt; die Leitung liegt in den Händen einer akademischen Commission, für welche die genannten Akademien die HH. Ebers, Erman, Pietschmann und Steindorff gewählt haben.

Die bisherigen Arbeiten haben sich auf die Organisation des Unternehmens, die Aufstellung eines Arbeitsplanes und die probeweise Verzettelung von Texten verschiedener Art erstreckt. Mit den HH. v. Bissing, Dyroff, Lange, Graf Schack, Schäfer, Sethe und Spiegelberg sind vorläufige Vereinbarungen über ihre Mitwirkung getroffen; andere Verhandlungen schweben noch.

Humboldt-Stiftung.

Bericht des Vorsitzenden des Curatoriums Hrn. Waldeyer.

Hr. Prof. Dr. Plate, welcher mit den Mitteln der Humboldt-Stiftung eine Forschungsreise zu zoologischen Zwecken in Südamerika von 1893–1895 ausgeführt hat, veröffentlichte im verflossenen Jahre die Bearbeitung der von ihm dort gesammelten Käferschnecken in einer monographischen Abhandlung: »Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen«. Zoolog. Jahrbücher 1897.

Hrn. Prof. Dr. Dahl in Kiel wurden aus den für das Jahr 1897 verfügbaren Mitteln der Stiftung nachträglich 500 Mark zur Bestreitung der Kosten eines um zwei Monate verlängerten Aufenthaltes in Ralum (Neu-Pommern) bewilligt. Hr. Dahl hat im März 1897 seine Studien und Sammlungen daselbst abgeschlossen und ist nunmehr, in Verbindung mit einer Anzahl Fachgenossen, mit der wissenschaftlichen Bearbeitung der Ergebnisse beschäftigt. Das gesammelte Material ist sehr beträchtlich: ausser zahlreichen Bälgen und Skeleten von Wirbelthieren umfasst dasselbe eine grosse Anzahl von Reptilien, Amphibien, Fischen und Wirbellosen in mehr als 4000 Gläsern, daneben rund 1000 Stück trocken conservirter Insecten, 100 Corallenstöcke und etwa 500 Pflanzenarten.

Hrn. Prof. Dr. Volckens in Berlin wurden, ebenfalls nachträglich, 1500 Mark zur Bestreitung der Mehrkosten eines inzwischen erschienenen wissenschaftlichen Werkes über das Kilimandjaro-Gebiet zugesprochen.

Endlich wurden dem Privatdocenten Hrn. Dr. G. Thilenius in Strassburg i. Els. 8400 Mark zu einer Forschungsreise nach Neu-Seeland bewilligt. Hauptaufgabe dieser Reise ist das Studium der Entwickelungsgeschichte von *Hatteria punctata*. Dr. Thilenius ist bereits an seinem Bestimmungsorte eingetroffen.

Das Stiftungsvermögen hat sich nicht verändert; wohl aber wird fortab der jährliche Zinsertrag, in Folge der Convertirung der vierprocentigen Staatspapiere, um rund 350 Mark geschmälert werden. Für das Jahr 1898 stehen rund 7400 Mark zur Verfügung.

Savigny-Stiftung.

Bericht des Hrn. Brunner.

Beim Wörterbuche der classischen Rechtswissenschaft ist Hr. Prof. Gradenwitz in Königsberg wegen seiner erweiterten und erschwerten amtlichen Thätigkeit als Herausgeber am 1. April v. J. ausgeschieden. Die Leitung des Unternehmens ist dem Hrn. Dr. Kübler in Verbindung

mit Hrn. Dr. Helm übertragen worden. Die Arbeit und der Druck sind so weit gefördert, dass um Ostern ein neues Heft von 10 Bogen erscheinen kann.

Die Arbeiten an dem Supplementbande zu den Acta nationis Germanicae universitatis Bononiensis hat Hr. Dr. Knod in Strassburg trotz schwerer Krankheit, die ihn im Frühjahr 1897 befiel, so weit gefördert, dass der Druck des Index biographicus im Juni 1897 beginnen konnte. Zur Zeit sind zehn Bogen gedruckt, zwei stehen im Satz. Das gesammte Manuscript des Index wurde von Hrn. Dr. Knod einer genauen Revision unterzogen und einheitlich stilisirt. Die noch fehlende Einleitung zum Supplementbande hofft er bis Ostern 1898 vorlegen zu können.

Bopp-Stiftung.

Bericht der vorberathenden Commission.

Zum 16. Mai 1897, als dem Jahrestage der Stiftung, ist von dem zur Verfügung stehenden Jahresertrage von 1896, im Betrage von 1350 Mark, die erste Rate, 900 Mark, dem Privatdocenten Dr. O. Wiedemann in Leipzig, und die zweite Rate, 450 Mark, dem Dr. Felix Solmsen, Privatdocenten in Bonn, zur Fortsetzung ihrer sprachwissenschaftlichen Arbeiten zugetheilt worden.

Der jährliche Zinsertrag der Stiftung beläuft sich zur Zeit auf 1505 Mark.

Eduard Gerhard-Stiftung.

Bericht des Hrn. Conze.

Das Eduard-Gerhard-Stipendium ist für die Vergebung im Jahre 1898 mit dem Betrage der vierfachen Jahreseinkünfte der Stiftung (9800 Mark) zur Bewerbung ausgeschrieben worden. Die Entscheidung über eingelaufene Bewerbungen wird in der Leibniz-Sitzung bekannt gemacht werden.

Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung.

Das Curatorium der Stiftung hat mit der von der Akademie für die Herausgabe der griechischen Kirchenväter eingesetzten Commission unter dem 25. März 1897, und mit der Commission für die Bearbeitung des Wörterbuchs der älteren deutschen Rechtssprache unter dem 24. Juni 1897 Verträge abgeschlossen, durch welche die Ausführung dieser beiden Unternehmungen geregelt worden ist. Als Geschäftsführer der Commissionen fungiren: für die Kirchenväter-Commission

Hr. Harnack, für die Commission für das Rechtswörterbuch Hr. Brunner. Dieselben haben über den Fortgang der Unternehmungen im Jahre 1897 die hier unter I und II folgenden Berichte erstattet.

Aus den in diesem Jahre verfügbar gewordenen Mitteln sind jeder der beiden Commissionen Fünftausend Mark bewilligt.

I.

Bericht der Kirchenväter-Commission für 1897.

Von A. Harnack.

1. Im Druck erschienen sind:
   1. Der erste Band der Kirchenväter-Ausgabe (Hippolyt's Werke Bd. I. Hrsg. von Bonwetsch und Achelis).
   2. Vier Hefte des die Ausgabe vorbereitenden bez. ihr dienenden »Archivs«, nämlich
      - Bd. I Heft 3: Klostermann, Die Überlieferung der Jeremiahomilien des Origenes.
      - Bd. I Heft 4: Achelis, Hippolytstudien.
      - Bd. II Heft 1: Weiss, Der Codex D der Apostelgeschichte.
      - Bd. II Heft 2: Haller, Jovinian.
2. Im Druck befinden sich:
   Zwei Bände der Werke des Origenes (hrsg. von Koetschau), die beide im Sommer 1898 erscheinen werden.
3. Die Vorarbeiten sind so weit gefördert, dass im Laufe des Jahres 1898 der Druck folgender Werke voraussichtlich beginnen wird:
   1. Koptisch-gnostische Schriften Bd. I (Karl Schmidt).
   2. Julius Africanus, Werke (Gelzer, Müller, Oder, Reichardt).
   3. Apokalypse des Henoch (Flemming und A. Meyer).
4. Reise-Unterstützungen und andere grössere Bewilligungen:
   1. von Dobschütz: Reise nach Paris, für apokryphe Evangelien.
   2. Karl Schmidt: Reise nach London, Paris und Heidelberg, für koptisch-gnostische Schriften.
   3. Urbain: Reise nach Paris und Brüssel, für Martyrien.
   4. von Gebhardt: Reise nach Moskau, für verschiedene, in der Synodalbibliothek befindliche Stücke.
   5. Für die Vorbereitung der Ausgabe der Martyrien und mit der Verpflichtung, sich ganz dieser Ausgabe zu widmen, wurde Hr. Urbain angestellt.
   6. Hr. K. Schmidt erhielt eine Summe für die Überlassung des von ihm entdeckten koptisch-gnostischen Werkes, welches bereits dem Irenäus bekannt gewesen ist.

7. Hr. Violet erhielt eine Unterstützung zur Vorbereitung der Herausgabe der Esra-Apokalypse.
8. Für die photographische Reproduction des armenischen Eusebius-Codex (Chronik) wurde eine grössere Summe bewilligt.

Ohne Unterstützung der Commission, aber für ihre Zwecke, hat Hr. Klostermann eine Reise nach Italien unternommen.

5. In Vorbereitung befinden sich folgende Ausgaben:

Henoch-Apokalypse (Flemming und Meyer), s. oben.
Esra- und Baruch-Apokalypse (Violet; Hr. Noeldeke hat seine Mitwirkung freundlichst zugesagt).
Oracula Sibyllina (Hr. Mendelssohn † hatte sie übernommen; seine Vorarbeiten sind der Commission überlassen worden; Hr. Geffcken hat die Ausgabe zugesagt).
Apokryphe Neutest. Schriften (Berendts und von Dobschütz).
Apologeten (von Gebhardt).
Clemens Alex. (Stählin).
Julius Africanus (Gelzer u. A.), s. oben.
Pseudoclementinen und Verwandtes (von Funk).
Hippolyt, 2. Bd. (Achelis).
Origenes (Koetschau, Klostermann, Preuschen).
Eusebius, Historische Schriften und Praeparatio (Schwartz und Heikel).
Eusebius, Commentare u.s.w. (Koetschau).
Gregorius Thaumaturgus (Hilgenfeld und Koetschau).
Adamantius (van de Sande-Bakhuyzen).
Epiphanius und Sacra Parallela (Holl).
Koptisch-gnostische Schriften (K. Schmidt), s. oben.
Pseudomelitonische Apologie (Violet).
Martyrien (Ehrhard).
Kirchenrechtliche Schriften (Achelis).

Als Mitglied der Commission wurde Hr. von Wilamowitz-Moellendorff erwählt und trat am 8. Mai 1897 in dieselbe ein.

II.

Bericht der Commission für das Rechtswörterbuch für 1897.

Von H. Brunner.

Die Arbeiten für Herstellung eines Wörterbuchs der deutschen Rechtssprache sind unter Leitung des Hrn. Geheimen Hofraths Prof. Dr. Richard Schröder zu Heidelberg im verflossenen Jahre mit der Excerpirung einzelner Rechtsquellen begonnen worden.

Vollständig excerpirt und verzettelt sind zur Zeit die fränkischen Capitularien (durch Dr. Werminghoff), das Stendaler Urtheilsbuch (Dr. Rich. Behrend), die Jura Prutenorum (Dr. His, Prof. von Brünneck), das von Volckmann edirte polnische Rechtsdenkmal in deutscher Sprache (Dr. His), die Acten der Ständetage Preussens herausgegeben von Töppen (von Brünneck), die Nürnberger Reformation (Ad. Stern), die Regensburger Statuten (M. Ellinger), das Münchener Stadtrecht von 1347 (M. Geiger).

Laut einer Mittheilung aus dem Breslauer Staatsarchiv sind von Hrn. stud. jur. Püschel die aus gedruckten Quellen stammenden Rechtswörter des dortigen Glossars verzettelt und die ersten fünf Bände der Codices diplomatici Silesiae, soweit sie Sachregister haben, auf Rechtswörter hin systematisch durchgesehen worden. Hr. Dr. Kronthal gelangte mit der Bearbeitung des handschriftlichen Materials der Glossarzettel des Breslauer Archivs bis zum Buchstaben G.

In Angriff genommen sind bis jetzt folgende Quellen: der Sachsenspiegel und die auf ihm beruhenden sächsischen Rechtsbücher, das kleine Kaiserrecht, das Stadtrechtsbuch Ruprecht's von Freising, Ortloff Rechtsquellen II, die Magdeburger Fragen, Wasserschleben Rechtsquellen, Lörsch und Schröder Urkunden zur Geschichte des deutschen Privatrechts, Wormser Rechtsquellen, Prager und Brünner Rechtsquellen, österreichisches Landrecht, österr. Landfrieden, österr. Landtagsverhandlungen des 15. Jahrhunderts, von Schwind und Dopsch ausgewählte Urkunden, steirischer Landlauf, Landfrieden Otakar's, steirische Landhandfesten, Wiener Stadtrechtsquellen, österr. Gerichtsurkunden des 13.–15. Jahrh., ein ungedrucktes Formelbuch des österr. Landmarschallgerichts mit Protokollen, Michnay und Lichner Ofener Stadtrecht, die österr. Reimchronik, Helbling, vorhöfische Litteratur des 12. Jahrh., bairische Landfrieden, fränkische Landgerichtsordnung, oberpfälzische Landesordnung von 1599, Codex Augusteus, v. d. Nahmer Handbuch des rhein. Particularrechts, evangelische Kirchenordnungen, Rechtsquellen von Gent, Rechtsquellen von Stadt und Land Luzern, Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins, die Zeitschriften und Urkundenbücher des Niederrheins, Jülich-Bergische Landtagsacten, oberrheinische Stadtrechte I, Stralsunder Chroniken, Hansische Quellen, Lex Salica, Lex Ribuaria, Karolingische Königsurkunden.

Am 1. Januar 1898 trat Hr. Dr. Rud. His, Privatdocent des deutschen Rechts an der Universität Heidelberg, als ständiger Hülfsarbeiter in das Unternehmen ein. Die Verwaltung der Universitätsbibliothek in Heidelberg hat in anerkennenswerther Bereitwilligkeit für das Archiv des Wörterbuchs einen auf Kosten der Heidelberger Universität hergestellten, in möglichst feuersicherer Lage befindlichen Schrank zur Verfügung gestellt.

Die Berichte über die Monumenta Germaniae historica und das Kaiserliche archaeologische Institut werden später mitgetheilt, sobald die Jahressitzungen der leitenden Centraldirectionen stattgefunden haben werden.

Zum Schluss berichtete der Vorsitzende über die seit dem letzten Friedrich's-Tage im Januar 1897 in dem Personalstande der Akademie eingetretenen Änderungen.

Die Akademie verlor durch den Tod die ordentlichen Mitglieder: Karl Weierstrass am 19. Februar und Wilhelm Wattenbach am 20. September 1897; die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe: James Joseph Sylvester in London am 15. März, Alfred Louis Olivier Des Cloizeaux in Paris am 8. Mai, Remigius Fresenius in Wiesbaden am 11. Juni, Japetus Steenstrup in Kopenhagen am 20. Juni, Victor Meyer in Heidelberg am 8. August, Rudolf Heidenhain in Breslau am 13. October, Ernst Schering in Göttingen am 2. November, Albrecht Schrauf in Wien am 29. November, August Winnecke in Strassburg am 2. December und Francesco Brioschi in Mailand am 13. December 1897.

Neu gewählt wurde zum Ehren-Mitgliede der Akademie: Se. Maj. Oskar II., König von Schweden und Norwegen am 14. September 1897; zu correspondirenden Mitgliedern wurden in der physikalisch-mathematischen Classe erwählt: Gaston Darboux in Paris am 11. Februar, Otto Bütschli in Heidelberg und August Weismann in Freiburg i. B. am 11. März 1897; in der philosophisch-historischen Classe: Gaston Maspero in Paris und Girolamo Vitelli in Florenz am 15. Juli, Ernst Immanuel Bekker in Heidelberg am 29. Juli, Karl Adolf von Cornelius in München und Bernhard Erdmannsdörffer in Heidelberg am 28. October 1897.

Ausgegeben am 3. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
VI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

3. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

*1. Hr. van't Hoff berichtete über eine gemeinschaftlich mit den HH. Kenrick und Dawson gemachte Untersuchung über die Spaltung von ammonischen Verbindungen, insbesondere Ammoniumbimalat.

Die von Pasteur aus der betreffenden stark übersättigten Lösung bei gewöhnlicher Temperatur erhaltenen dem activen Bimalat ähnlich aussehenden, aber als inactiv beschriebenen. Formen sind thatsächlich actives Bimalat. Nicht unwahrscheinlich wird dadurch, dass die neulich von Kipping und Pope unter dem Namen »pseudoracemisch« beschriebenen Formen ebenfalls wenig ausgebildete active Krystalle sind.

2. Hr. Koenigsberger, correspondirendes Mitglied, übersendet als Fortsetzung seiner im Sitzungsbericht vom 13. Januar abgedruckten Abhandlung eine Mittheilung: Über die erweiterte Laplace-Poisson-sche Potentialgleichung.

Der Verfasser entwickelt das Potential einer in concentrischen Schichten homogenen Hohlkugel für Potentiale, welche von der Entfernung und deren erster Ableitung abhängen, speciell für das Weber'sche Gesetz, und leitet aus dem Potential für einen innerhalb einer homogenen Vollkugel gelegenen Punkt die erweiterte Poisson'sche Gleichung für eine beliebig gestaltete Masse ab, wenn der angezogene Punkt sich innerhalb derselben befindet.

3. Hr. Kohlrausch legte eine Arbeit von Hrn. Dr. L. Holborn in Charlottenburg vor über die Vertheilung des inducirten Magnetismus in Cylindern. (Ersch. später.)

Es wurde die Vertheilung des inducirten Magnetismus in Eisen- und Stahlcylindern von verschiedenem Dimensionsverhältniss auf die Weise untersucht, dass man die Induction einmal in einer sehr langen Spule, sodann in einer kurzen, auf der Mitte des Stabes befindlichen Spule mit dem ballistischen Galvanometer bestimmte. Das Ver-

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

hältniss dieser beiden Ausschläge bestimmt den Polabstand und ändert sich bei verschiedenen Feldstärken im umgekehrten Sinne wie der Magnetisirungscoefficient.

4. Hr. Möbius überreichte ein von Hrn. Dr. A. Voeltzkow, welcher für seine Reisen in Madagaskar von der Humboldt-Stiftung unterstützt wurde, übersandtes Exemplar des von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft herausgegebenen Werks: Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika in den Jahren 1889–1895. Heft I. Frankfurt a. M. 1897.

Über die erweiterte Laplace-Poisson'sche Potentialgleichung.

Von Leo Koenigsberger.

(Fortsetzung der Mittheilung vom 13. Januar.)

Nennt man für eine Kraft

$$f(r, r', r'', \ldots r^{(2\nu)}),$$

welche von der Entfernung und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen bis zur $2\nu^{\text{ten}}$ Ordnung hin abhängt, eine durch die Gleichung

$$f(r, r', r'', \ldots r^{(2\nu)}) = \frac{\partial W}{\partial r} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W}{\partial r'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial W}{\partial r''} - \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial W}{\partial r^{(\nu)}}$$

definirte Kräftefunction W, für deren Existenz ich die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen angegeben habe[1], ein Potential, wenn diese als höchstes Glied in Bezug auf die Ableitungen von r, nach fallendem Differentationsindex geordnet, einen Ausdruck von der Form

$$r^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} \ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1}\left(\frac{c}{r} + c_1\right)$$

oder

$$r^{(\nu)^{\alpha_\nu}} r^{(\nu-1)^{\alpha_{\nu-1}}} \ldots r''^{\alpha_2} r'^{\alpha_1}\left(\frac{c}{r^2} + c_1 r + c_2\right)$$

hat, je nachdem die durch die Gleichungen

$$\alpha_\nu = 2k_\nu + \varepsilon_\nu, \; \alpha_{\nu-1} - \varepsilon_\nu = 2k_{\nu-1} + \varepsilon_{\nu-1}, \; \ldots \alpha_2 - \varepsilon_3 = 2k_2 + \varepsilon_2,$$
$$\alpha_1 - \varepsilon_2 = 2k_1 + \varepsilon_1,$$

in welchen die Grössen ε die Zahlen 0 oder 1 bedeuten, bestimmte Grösse

$$\varepsilon_1 \equiv \alpha_1 - \alpha_2 + \alpha_3 - \alpha_4 + \ldots + (-1)^{\nu-1}\alpha_\nu (\text{mod. } 2)$$

den Werth 0 oder 1 hat, dann lautet die erweiterte Laplace'sche Gleichung[2] für eine endliche oder unendliche Anzahl nach dem gegebenen

[1] »Über die Principien der Mechanik« Journ. f. Mathem. Bd. CXVIII S. 317.

[2] »Über die erweiterte Laplace'sche Differentialgleichung für die allgemeine Potentialfunction«. Sitzungsbericht vom 13. Jan. 1898.

Gesetze wirkender Centren auf einen ausserhalb dieser befindlichen Punkt in bekannter Abkürzung

$$\Delta_{00}\Delta_{10}^{\varepsilon_1}\Delta_{11}^{k_1}\Delta_{21}^{\varepsilon_2}\Delta_{22}^{k_2}\ldots\Delta_{\nu-1\,\nu-2}^{\varepsilon_{\nu-1}}\Delta_{\nu-1\,\nu-1}^{k_{\nu-1}}\Delta_{\nu\,\nu-1}^{\varepsilon_\nu}\Delta_{\nu\nu}^{k_\nu}W=0.$$

Um nun eine Methode anzugeben, wie man für jedes gegebene Anziehungsgesetz auch die Erweiterung des Poisson'schen Satzes für einen innerhalb der wirkenden Massen gelegenen Punkt ermitteln kann, beschränke ich mich auf Potentiale, welche nur von der Entfernung und deren erster Ableitung abhängen und somit, wenn wir die Masse des angezogenen Punktes der Einheit gleichsetzen und die Masse des anziehenden Punktes als multiplicatorische Constante annehmen, die Form haben

$$(1.)\qquad W=m\{\phi_0(r)+\phi_1(r)r'+\phi_2(r)r'^2+\ldots+\phi_\lambda(r)r'^\lambda\},$$

worin, je nachdem $\lambda=2k$ oder $=2k+1$ ist,

$$\phi_{2k}(r)=\frac{c}{r}+c_1,\ \phi_{2k+1}(r)=\frac{c}{r^2}+c_1r+c_2$$

ist, und für welche die in Bezug auf einen ausserhalb gelegenen Punkt gültigen Laplace'schen Gleichungen bestehen

$$(2.)\qquad \Delta_{00}\Delta_{11}^{k}W=0 \text{ oder } \Delta_{00}\Delta_{10}\Delta_{11}^{k}W=0.$$

Nach bekannten Principien der Potentialtheorie genügt es, um die erweiterte Poisson'sche Differentialgleichung zu ermitteln, das Potential einer homogenen Vollkugel auf einen innerhalb derselben gelegenen Punkt zu berechnen, und ich behandle deshalb zunächst die etwas allgemeinere Aufgabe: das Potential einer in concentrischen Schichten homogenen und in ihren Massenelementen nach dem Potential (1) wirkenden Hohlkugel auf einen ausserhalb oder innerhalb derselben gelegenen Punkt zu berechnen.

Legt man den Anfangspunkt eines rechtwinkligen Coordinatensystems in den Mittelpunkt der Hohlkugel, deren innere und äussere Radien mit R_0 und R_1 bezeichnet werden mögen, die Z-Axe durch den angezogenen Punkt, und die YZ-Ebene durch die in dem betrachteten Momente der Grösse und Richtung nach gegebene Geschwindigkeit desselben, so wird, wenn die Componenten derselben mit x', y', z' bezeichnet werden,

$$x'=0,\ v'^2=y'^2+z'^2$$

sein. Bezeichnet man ferner die Coordinaten der Hohlkugel mit $a, b, c,$ und sei r die Entfernung des angezogenen Punktes von einem Punkte des Ringes, so folgt aus

$$r^2=(x-a)^2+(y-b)^2+(z-c)^2,$$

worin $x = 0$, $y = 0$ zu setzen ist, durch Differentiation nach t mit Beibehaltung der Coordinaten a, b, c

$$rr' = (x-a)x' + (y-b)y' + (z-c)z'$$

oder für den angezogenen Punkt, der durch $x = 0$, $y = 0$, $x' = 0$ charakterisirt ist,

$$rr' = -by' - cz' + zz'.$$

Führt man für die Coordinaten der Hohlkugel Polarcoordinaten ein, so ist in bekannter Bezeichnung

$$a = \rho \sin\vartheta \sin\phi,\quad b = \rho\sin\vartheta\cos\phi,\quad c = \rho\cos\vartheta.$$

und es geht die obige Beziehung in

$$(3) \qquad r' = zz'\frac{1}{r} - z'\frac{\rho\cos\vartheta}{r} - y'\frac{\rho\sin\vartheta\cos\phi}{r}$$

über: es wird somit, da das wesentlich positive r durch

$$(4) \qquad r = \sqrt{z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta}$$

definirt ist, das Potential der Hohlkugel, deren in concentrischen Schichten constante, also nur mit ρ variirende Dichtigkeit mit σ bezeichnet werden soll, bei Berücksichtigung von (1), (3) und (4) durch den Ausdruck gegeben sein

$$W = \int_{R_0}^{R_1}\int_0^{\pi}\int_0^{2\pi}\sigma\rho^2\sin\vartheta\sum_0^{\lambda}{}_i\left\{\frac{\phi_i(\sqrt{z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta})}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{i}{2}}}(zz'-z'\rho\cos\vartheta-y'\rho\sin\vartheta\cos\phi)^i\right\}d\phi\, d\vartheta\, d\rho$$

oder, wenn wir der Einfachheit wegen das WEBER'sche Gesetz zu Grunde legen, für welches

$$\lambda = 2,\quad \phi_0(r) = \frac{1}{r},\quad \phi_1(r) = 0,\quad \phi_2(r) = \frac{1}{k^2 r}$$

ist, nach Ausführung der Integration für ϕ

$$(5) \quad W = 2\pi\int_{R_0}^{R_1}\int_0^{\pi}\frac{\sigma\rho^2\sin\vartheta\, d\vartheta\, d\rho}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{1}{2}}} + \frac{\pi}{k^2}\int_{R_0}^{R_1}\int_0^{\pi}\frac{2(zz'-z'\rho\cos\vartheta)^2+y'^2\rho^2\sin^2\vartheta}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{3}{2}}}\sigma\rho^2\sin\vartheta\, d\vartheta\, d\rho.$$

Bezeichnen wir nun die nachfolgenden nach der Variabeln ϑ zwischen den Grenzen 0 und π genommenen Integrale Θ für einen ausserhalb der Hohlkugel gelegenen Punkt mit Θ_a, für einen innerhalb des Hohlraumes gelegenen Punkt mit Θ_i, so ist, wie leicht zu sehen,

für $\Theta = \int\limits_0^\pi \frac{\sin\vartheta\, d\vartheta}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{1}{2}}}$ $\quad \Theta_a = \frac{2}{z}, \quad \Theta_i = \frac{2}{\rho}$

für $\Theta = \int\limits_0^\pi \frac{\sin\vartheta\, d\vartheta}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{3}{2}}}$ $\quad \Theta_a = \frac{2}{z}\,\frac{1}{z^2-\rho^2}, \quad \Theta_i = \frac{2}{\rho}\,\frac{1}{\rho^2-z^2}$

für $\Theta = \int\limits_0^\pi \frac{\sin\vartheta\cos\vartheta\, d\vartheta}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{3}{2}}}$ $\quad \Theta_a = \frac{2\rho}{z^2(z^2-\rho^2)}, \quad \Theta_i = \frac{2z}{\rho^2(\rho^2-z^2)}$

für $\Theta = \int\limits_0^\pi \frac{\sin\vartheta\cos^2\vartheta\, d\vartheta}{(z^2+\rho^2-2\rho z\cos\vartheta)^{\frac{3}{2}}}$ $\quad \Theta_a = \frac{2}{3z^3}\,\frac{z^2+2\rho^2}{z^2-\rho^2}, \quad \Theta_i = \frac{2}{3\rho^3}\,\frac{\rho^2+2z^2}{\rho^2-z^2},$

und bezeichnet man auch die entsprechenden Potentialwerthe mit W_a und W_i, so ergiebt das Einsetzen dieser Integralwerthe in den Ausdruck (5) durch eine einfache Rechnung zunächst

$$W_a = \frac{4\pi}{z}\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^2\,d\rho + \frac{4\pi}{k^2}\,z z'^2\int\limits_{R_0}^{R_1}\frac{\sigma\rho^2\,d\rho}{z^2-\rho^2} - \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{5z'^2-y'^2}{z}\int\limits_{R_0}^{R_1}\frac{\sigma\rho^4\,d\rho}{z^2-\rho^2} + \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{2z'^2-y'^2}{z^3}\int\limits_{R_0}^{R_1}\frac{\sigma\rho^6\,d\rho}{z^2-\rho^2}$$

und

$$W_i = 4\pi\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho\,d\rho - \frac{4\pi}{3k^2}\,z^2 v^2\int\limits_{R_0}^{R_1}\frac{\sigma\rho\,d\rho}{\rho^2-z^2} + \frac{4\pi}{3k^2}\,v^2\int\limits_{R_0}^{R_1}\frac{\sigma\rho^3\,d\rho}{\rho^2-z^2},$$

oder wenn die Integrale der gebrochenen rationalen Functionen von ρ sämmtlich auf $\int\frac{d\rho}{z^2-\rho^2}$ reducirt werden, und die Gesammtmasse der Hohlkugel

$$4\pi\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^2\,d\rho$$

mit M bezeichnet wird,

$$(6) \qquad W_a = M\left(\frac{1}{z} + \frac{z'^2}{k^2 z}\right) - \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{3z'^2-v^2}{z^3}\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^4\,d\rho$$

und

$$(7) \qquad W_i = 4\pi\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho\,d\rho + \frac{4\pi}{3k^2}\,v^2\int\limits_{R_0}^{R_1}\sigma\rho\,d\rho.$$

Hat somit der ausserhalb der Hohlkugel, welche in concentrischen Schichten von constanter Dichtigkeit ist, ge-

legene Punkt die Entfernung l vom Mittelpunkt der Kugel, besitzt derselbe die Geschwindigkeit v und ist l' die Projection von v auf die Richtung von l, so ist der Werth der Potentiale durch die Ausdrücke gegeben

$$W_a = M\left(\frac{1}{l} + \frac{l'^2}{k^2 l}\right) - \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{3l'^2 - v^2}{l^3}\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^4 d\rho \tag{8}$$

und

$$W_i = 4\pi\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho d\rho + \frac{4\pi}{3k^2}\,v^2\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho d\rho\,; \tag{9}$$

die Potentiale hängen somit — wie schon aus der Symmetrie ersichtlich war[1] — nur von der Entfernung des angezogenen Punktes vom Mittelpunkt, von dessen Geschwindigkeit und von der Richtung der letzteren gegen die Verbindungslinie mit dem Mittelpunkte ab.

Der erste Posten des Potentials W_a ist nichts Anderes als der Werth des WEBER'schen Potentials der im Mittelpunkt vereinigten Masse des Kugelringes, und es ist dies auch der Gesammtwerth des Potentials, wenn $v^2 = 3l'^2$ oder wenn der Winkel, den die Geschwindigkeit mit der nach dem Mittelpunkt geführten Verbindungslinie macht, $54°44'$ ist.

Ferner ist unmittelbar ersichtlich, dass das Potential für einen im inneren Hohlraum gelegenen Punkt unabhängig ist von der Lage des Punktes und der Richtung der Geschwindigkeit, und somit die Form hat

$$W_i = a + bv^2,$$

worin a und b Constanten sind.

Ist die Hohlkugel homogen von der constanten Dichtigkeit σ, so gehen (8) und (9) in

$$W_a = M\left(\frac{1}{l} + \frac{l'^2}{k^2 l}\right) - \frac{4\pi}{15k^2}\,\frac{3l'^2 - v^2}{l^3}\,(R_1^5 - R_0^5)\,\sigma \tag{10}$$

und

$$W_i = 2\pi\,(R_1^2 - R_0^2)\,\sigma + \frac{2\pi}{3k^2}\,v^2\,(R_1^2 - R_0^2)\,\sigma \tag{11}$$

über.

Für eine Vollkugel mit dem Radius R erhält man aus (8) und (10) die Ausdrücke

[1] Mit Rücksicht hierauf könnte man auch die erweiterte LAPLACE'sche Gleichung in die Variabeln l, l', v transformiren und das Integral dieser transformirten Differentialgleichung suchen.

$$(8^a) \qquad W_a = M\left(\frac{1}{l} + \frac{l'^2}{k^2 l}\right) - \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{3l'^2 - v^2}{l^3}\int_0^R \sigma\rho^4 d\rho$$

und

$$(10^a) \qquad W_a = M\left(\frac{1}{l} + \frac{l'^2}{k^2 l}\right) - \frac{4\pi}{15k^2}\,\frac{3l'^2 - v^2}{l^3} R^5\sigma.$$

Liegt der Punkt in dem concentrischen Kugelringe selbst, dann möge das Potential mit W_m bezeichnet werden, und der Werth desselben wird, wenn man die Entfernung des Punktes vom Mittelpunkt der Kugel wieder mit l bezeichnet und das Potential aus dem W_a der zu l und R_0 und dem W_i der zu R_1 und l gehörigen Kugelschalen zusammensetzt[1], durch

$$(12) \quad W_m = 4\pi\left(\frac{1}{l} + \frac{l'^2}{k^2 l}\right)\int_{R_0}^{l} \sigma\rho^2 d\rho - \frac{4\pi}{3k^2}\,\frac{3l'^2 - v^2}{l^3}\int_{R_0}^{l} \sigma\rho^4 d\rho + 4\pi\int_l^{R_1} \sigma\rho d\rho + \frac{4\pi}{3k^2} v^2 \int_l^{R_1} \sigma\rho d\rho$$

oder für eine homogene Vollkugel mit der constanten Dichtigkeit σ durch

$$(13) \quad W_m = 2\pi\sigma\left(R^2 - \frac{l^2}{3}\right) + \frac{8\pi\sigma}{15k^2} l^2 l'^2 + \frac{2\pi\sigma}{3k^2} R^2 v^2 - \frac{2\pi\sigma}{5k^2} l^2 v^2$$

gegeben sein.

---

[1] Die zu diesem Schlusse nöthige Annahme der Endlichkeit und Stetigkeit des Potentials

$$\int dm\left(\frac{1}{r} + \frac{r'^2}{k^2 r}\right)$$

für den ganzen unendlichen Raum und für endliche Werthe von r', also auch für den Fall, dass der Punkt in die Masse selbst eintritt, ergiebt sich, wie beim Newton'schen Potential, indem man den Anfangspunkt der Coordinaten in den angezogenen Punkt x, y, z legt und mit Einführung von Polarcoordinaten

$$a - x = r\sin\vartheta\sin\phi, \quad b - y = r\sin\vartheta\cos\phi, \quad c - z = r\cos\vartheta,$$

setzt, wonach das Potential die Form annimmt

$$\iiint \sigma r^2 \sin\vartheta\left(\frac{1}{r} + \frac{r'^2}{k^2 r}\right) dr d\vartheta d\phi,$$

aus der die Endlichkeit desselben, auch wenn $r = 0$ wird, ersichtlich ist, und genau ebenso folgt in bekannter Weise die Stetigkeit desselben in Bezug auf r und r'. Lässt man in (8^a) und (13) l gegen R convergiren, so werden die beiden Potentiale für dasselbe l' in den gemeinsamen Werth

$$W = \frac{4\pi\sigma}{3} R^2 + \frac{8\pi\sigma}{15k^2} R^2 l'^2 + \frac{4\pi\sigma}{15k^2} R^2 v^2$$

oder wenn die Geschwindigkeit v nach l gerichtet ist, in

$$W = \frac{4\pi\sigma}{3} R^2 + \frac{4\pi\sigma}{5k^2} R^2 v^2$$

übergehen.

Dass die Potentiale W_a und W_i in (8) und (9) der oben angegebenen erweiterten LAPLACE'schen Differentialgleichung genügen, ist unmittelbar ersichtlich, da aus

$$l^2 = x^2 + y^2 + z^2,\; ll' = xx' + yy' + zz',\; l'^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

sich

$$\frac{\partial W_a}{\partial x'} = \frac{2M}{k^2}\frac{l'x}{l^2} - \frac{4\pi}{3k^2}\frac{6l'x - 2x'l}{l^4}\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^4 d\rho$$

und

$$\frac{\partial^2 W_a}{\partial x'^2} = \frac{2M}{k^2}\frac{x^2}{l^3} - \frac{4\pi}{3k^2}\frac{6x^2 - 2l^2}{l^5}\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho^4 d\rho$$

also

$$\Delta_{11} W_a = \frac{2M}{k^2 l}$$

und somit

$$\Delta_{00}\Delta_{11} W_a = 0$$

ergiebt, und ebenso aus

$$\frac{\partial W_i}{\partial x'} = \frac{8\pi}{3k^2} x' \int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho d\rho,\quad \frac{\partial^2 W_i}{\partial x'^2} = \frac{8\pi}{3k^2}\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho d\rho$$

$$\Delta_{11} W_i = \frac{8\pi}{k^2}\int_{R_0}^{R_1}\sigma\rho d\rho$$

und somit wieder

$$\Delta_{00}\Delta_{11} W_i = 0$$

folgt.

Untersuchen wir nun das Potential (13) einer homogenen Vollkugel auf einen Punkt im Innern derselben, so wird sich aus

$$\frac{\partial W_m}{\partial x'} = \frac{16\sigma\pi}{15k^2} ll'x + \frac{4\pi\sigma}{3k^2} R^2 x' - \frac{4\pi\sigma}{5k^2} l^2 x'$$

$$\frac{\partial^2 W_m}{\partial x'^2} = \frac{16\sigma\pi}{15k^2} x^2 + \frac{4\pi\sigma}{3k^2} R^2 - \frac{4\pi\sigma}{5k^2} l^2$$

zunächst

$$V = \Delta_{11} W_m = -\frac{4\sigma\pi}{3k^2} l^2 + \frac{4\pi\sigma}{k^2} R^2$$

ergeben, und da

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{8\sigma\pi}{3k^2} x,\qquad \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -\frac{8\sigma\pi}{3k^2}$$

ist,

(14) $$\Delta_{00}\Delta_{11}W_m = -\frac{8\pi}{k^2}\sigma$$

folgen.

Benutzt man das eben gefundene Resultat, indem man in bekannter Weise, wenn der angezogene Punkt in der Masse selbst liegt, denselben mit einer unendlich kleinen, als homogen anzunehmenden Kugel umgeben ausscheidet, so ergiebt sich als erweiterte Laplace-Poisson'sche Differentialgleichung für das durch den Ausdruck

$$W = \frac{m}{r}\left(1 - \frac{r'^2}{k^2}\right)$$

definirte Weber'sche Potential die Gleichung

$$\Delta_{00}\Delta_{11}W = -\frac{8\pi}{k^2}\sigma,$$

worin σ die Dichtigkeit der anziehenden Masse an der Stelle bedeutet, an welcher sich der angezogene Punkt befindet.

Es möge noch gestattet sein, einige Worte über die Bewegung eines Massenpunktes m_1, der von einem Punkte m einem kinetischen Potentiale von der Form[1]

$$H = -\frac{m_1}{2}\left(x'^2 + y'^2\right) - mm_1 F(r, r')$$

unterworfen ist, hinzuzufügen.

Für die Bewegungsgleichungen

$$\frac{\partial H}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial x'} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y'} = 0$$

liefern die für beliebige kinetische Potentiale unter den von mir angegebenen Bedingungen[2] gültigen Principien der lebendigen Kraft und der Flächen die beiden Differentialgleichungen erster Ordnung

$$y\frac{\partial H}{\partial x'} - x\frac{\partial H}{\partial y'} = c$$

und

$$H - x'\frac{\partial H}{\partial x'} - y'\frac{\partial H}{\partial y'} = h,$$

worin die Flächenconstante und die Constante der lebendigen Kraft durch die Anfangslage und Anfangsgeschwindigkeit bestimmt sind, aus

---

[1] Dass die Bewegung des Punktes m_1 in der durch dessen Anfangslage und Anfangsgeschwindigkeit gelegten Ebene vor sich geht, ist unmittelbar ersichtlich.

[2] »Über die Principien der Mechanik«. Journ. f. Mathem. CXVIII S. 287 und 310.

denen durch Einführung von Polarcoordinaten, wenn $m_1 = 1$ gesetzt wird, sich

$$r^2 \frac{d\vartheta}{dt} = c$$

und

$$\frac{1}{2}\left(\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2\right) - mF(r, r') + mr' \frac{\partial F(r, r')}{\partial r'} = h$$

ergiebt. Durch Elimination von $\frac{d\vartheta}{dt}$ folgt

$$r'^2 = 2h - \frac{c^2}{r^2} 2mF(r, r') - 2mr' \frac{\partial F(r, r')}{\partial r'}$$

und somit für alle diese Probleme t durch Quadratur als Function von r darstellbar, wie beim KEPLER'schen Problem. Für die Bewegung eines Punktes, der von einem festen Centrum mit der Kräftefunction

$$F(r, r') = \phi_0(r) + \phi_1(r) r' + \phi_2(r) r'^2$$

angezogen wird, erhält man

$$t = \int_{r_0} \frac{r\sqrt{1 + 2m\phi_2(r)}}{\sqrt{2hr^2 - c^2 + 2mr^2\phi_0(r)}} dr,$$

und ist dieselbe das WEBER'sche Potential

$$F(r, r') = \frac{1}{r} + \frac{1}{k^2 r} r'^2,$$

so folgt für die Zeit das elliptische Integral

$$t = \int_{r_0} \frac{r^2 + \frac{2m}{k^2} r}{\sqrt{\left(r^2 + \frac{2m}{k^2} r\right)(2hr^2 + 2mr - c^2)}} dr\,[1].$$

Diese Ausdrücke, in etwas erweiterter Gestalt, lassen sich, wie ich bei anderer Gelegenheit zeigen werde, dazu benutzen, die Bewegung eines Punktes, der von den Massenelementen eines in concentrischen Schichten homogenen Kugelringes nach einem Potentiale erster Ordnung angezogen wird, sowohl ausserhalb des Ringes als auch im Hohlraume desselben in einfacher Weise darzustellen.

[1] Vergl. TISSERAND, Traité de mécanique céleste. Tome IV, p. 501.

Die Verbreitung der Thiere auf hoher See. II.

Von Prof. Friedr. Dahl
in Kiel.

(Vorgelegt von Hrn. Möbius am 13. Januar [s. oben S. 3].)

Schon während meiner Ausreise nach dem Bismarck-Archipel machte ich von Bord des Dampfers aus Beobachtungen über die grösseren, leicht wahrnehmbaren Meeresthiere. Die Resultate wurden in diesen Berichten veröffentlicht[1]. Ich konnte schon damals einige Schlüsse anfügen, die sich allerdings zum Theil noch als der Prüfung durch fortgesetzte Beobachtungen bedürftig erwiesen. Bei meiner Rückreise hatte ich nun Gelegenheit, selbst eine Parallelreihe von neuen Beobachtungen machen zu können. Wie dieselben ausgeführt wurden, brauche ich hier nicht des weitern zu erörtern, ich kann vielmehr einfach auf meine früheren Ausführungen verweisen. — Es ergeben sich aus dem neuen Material weitere Schlüsse, und ich erlaube mir deshalb, dasselbe gleichfalls der Öffentlichkeit zu übergeben, obgleich ich mir nicht verhehle, dass auf dem hier betretenen Gebiete noch viel gearbeitet werden muss, bevor allgemeingültige Sätze über die Verbreitung der hier in Betracht kommenden pelagischen Organismen aufgestellt werden können.

Da mein Aufenthalt im Archipel fast ein volles Jahr dauerte, wurde die Rückreise annähernd in derselben Jahreszeit gemacht wie die Hinreise. Auch die Reiseroute war fast durchweg dieselbe. Ich konnte also eine in meiner früheren Arbeit aufgeworfene Frage, ob in einer bestimmten Gegend zu derselben Jahreszeit dieselben pelagisch lebenden Organismen vorkommen, einer theilweisen Lösung entgegenführen. Nur an drei Stellen wich die Reiseroute diessmal wesentlich von der früheren ab. Von Ralum aus fuhr der Dampfer diessmal an der Westküste Neu-Pommerns nach Neu-Guinea (Stephansort). Bei der Hinfahrt musste die Langemakbai angelaufen werden, und deshalb wurde der von dort aus kürzere Weg an der Ostküste Neu-Pommerns gewählt. Die zweite wesentliche Abweichung liegt vor dem Golf von Aden. Auf der Hinreise fuhr der Dampfer südlich, auf der Rückreise nördlich von Sokotra. Die dritte, geringere Abweichung liegt im

[1] Jahrg. 1896 S. 705 ff.

Mittelmeer, wo auf der Rückreise die Nähe von Kreta gemieden wurde. — Die Jahreszeiten fielen, was die beiden Reihen von Beobachtungen anbetrifft, für die Molukkensee genau zusammen. Nach beiden Endpunkten, besonders aber nach Europa hin, wurden die Differenzen immer grösser.

Ich habe die Resultate beider Fahrten in der Tabelle S. 104–109 übersichtlich zusammengestellt. Für die wichtigsten zur Beobachtung gelangten Thiere und für treibenden Tang sind besondere Rubriken gewählt. Alles andere ist unter »Bemerkungen u. s. w.« hinzugefügt. Die Beobachtungen der Rückreise sind durch stärkern Druck gekennzeichnet. Hinzugefügt wurden auch Temperatur und Salzgehalt des Oberflächenwassers. Die Salzgehalte sind freundlichst von Hrn. Prof. Krümmel nach meinen Aräometermessungen berechnet. Sie wurden Morgens immer vor, Nachmittags nach der Beobachtung der Thierwelt ausgeführt. Nur in einzelnen Fällen musste ich die Beobachtung der Thierwelt etwas verschieben. In diesen Fällen fügte ich die zunächstliegende Untersuchung des Meerwassers bei. Genaue Ortsangabe für jene und weitere Verwerthung des Materials findet man in den Veröffentlichungen Krümmel's, von denen die erste[1] bereits erschienen ist. Ich nehme hier Gelegenheit, Hrn. Prof. Krümmel für seine vielseitigen Hülfeleistungen und Winke bei dieser meiner Arbeit herzlichst zu danken. Die Temperaturen der Hinreise sind vielleicht nicht ganz correct, da sie nur einmal bei den Aräometermessungen abgelesen wurden. Da die Beobachtungen der Organismen nicht immer eine Stunde dauerten, sondern öfter länger, einmal auch weniger lange, habe ich die Zahlen immer, um sie unmittelbar vergleichbar zu machen, auf den Zeitraum einer Stunde reducirt. Noch einige Abweichungen von meiner ersten Veröffentlichung muss ich erwähnen. Aus Versehen waren damals drei Beobachtungsstunden fortgeblieben. Dieselben sind hier am betreffenden Orte eingeschaltet. Auch einige weitere kleine Versehen wurden nach meinem Tagebuch verbessert. Im übrigen habe ich den Ausführungen in meiner früheren Arbeit nichts hinzuzufügen. Die Resultate, welche mir aus den Beobachtungsreihen jetzt hervorzugehen scheinen, gebe ich, wie dort, in systematischer Reihenfolge nach den Thierarten.

Für Delphine oder gar Wale genügen natürlich zwei Beobachtungsstunden am Tage nicht, um auf einer Reise auch nur ein annäherndes Bild von ihrer Verbreitung auf der befahrenen Strecke geben zu können. Ich hatte schon in meiner früheren Arbeit (a. a. O. S. 709) darauf hingewiesen, dass man auf diese grösseren Thiere den ganzen Tag über achten müsste. Das Resultat der Rückreise bestätigt diess.

[1] Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie. 1896 Decemberheft.

Monat	Tag	Ort der Beobachtung	Länge u. Breite		Temperatur	Salzgehalt	Delphine	Vögel	Schlangen	Fliegende Fische
3	12	bei Capri	14° 20'	+40° 33'	—	—	15	30	—	—
3	12	vor Stromboli	15 20	38 50	13°2	38.3	10	3	—	—
3	13	Mittelmeer	17 51	37 8	15.7	38.9	—	—	—	—
5	23	»	18 11	36 56	18.8	38.7	—	—	—	—
3	13	»	19 50	36 25	15.2	39.5	—	2	—	—
5	22	»	20 14	36 11	18.6	39.3	—	—	—	—
3	14	bei Kreta	24 2	34 58	16.3	39.3	—	15	—	—
5	22	» »	24 30	34 32	18.2	39.5	—	1	—	—
3	14	Mittelmeer	26 18	34 4	16.0	39.6	—	14	—	—
5	21	»	27 34	33 22	18.6	39.6	—	—	—	—
3	15	»	29 44	32 34	16.4	39.3	2	8	—	—
5	21	»	30 43	32 28	18.7	40.7	—	—	—	—
3	15	»	31 8	32 0	—	—	—	8	—	—
5	19	Golf von Sues	32 39	29 2	20.7	42.4	—	—	—	1 kl.
3	17	» » »	33 41	27 51	20.5	41.3	—	35	—	—
5	19	Rothes Meer	34 21	27 5	23.8	40.7	—	—	—	—
3	17	» »	34 49	26 37	—	—	—	1	—	—
3	17	» »	34 53	26 11	22.2	40.5	—	—	—	—
5	18	» »	35 54	24 41	24.8	40.7	—	—	—	—
3	18	» »	36 44	23 27	—	—	20	1	—	—
3	18	» »	37 8	22 49	24.1	39.7	—	9	—	—
5	18	» »	37 31	22 12	26.8	39.8	—	—	—	250
3	18	» »	38 0	21 18	24.6	39.8	—	1	—	14
5	17	» »	39 6	19 54	29.6	39.3	—	—	—	17
3	19	» »	39 32	18 43	—	—	—	8	—	3
3	19	» »	39 37	18 12	25.3	38.9	—	12	—	80
5	17	» »	40 42	17 15	29.7	37.6	—	5	—	1
3	19	» »	40 44	16 22	25.7	38.1	—	12	—	10
3	20	» »	41 29	13 50	26.0	37.6	—	12	—	1
5	16	Bab el Mandeb	43 45	12 31	29.6	36.8	—	35	—	1
3	20	Golf von Aden	44 10	12 30	27.1	37.1	4	4	—	170
3	21	» » »	45 59	12 44	—	—	—	10	—	—
3	21	» » »	47 36	12 36	27.5	37.1	—	—	—	8
5	15	» » »	48 1	12 43	29.2	36.9	—	3	—	330
5	14	» » »	50 51	12 52	28.7	36.8	—	—	—	196
3	22	Cap Guardafui	50 59	12 20	26.7	36.8	—	1	—	1
3	22	» »	52 36	12 6	27.0	36.4	—	—	—	20
5	14	Sokotra	53 46	12 51	28.9	36.6	—	14	—	56
3	23	Indischer Ocean	55 51	11 36	27.1	36.5	—	—	—	∞
5	13	» »	56 37	12 30	29.7	36.8	—	—	1	∞
3	23	» »	58 17	11 21	27.2	37.1	—	—	—	185
5	13	» »	59 18	11 55	29.5	36.6	—	—	—	61
3	24	» »	61 13	11 0	27.2	36.8	—	—	—	80
5	12	» »	62 1	11 15	31.5	36.8	—	—	—	136
3	24	» »	63 36	10 37	27.5	36.4	—	—	—	40
5	12	» »	64 40	10 33	29.5	35.8	—	—	—	31
3	25	» »	66 39	10 10	27.7	36.6	—	—	—	5
5	11	» »	67 28	9 43	29.8	35.5	—	—	—	84
3	25	» »	68 52	9 39	29.7	34.5	8	—	—	29
5	11	» »	70 0	9 4	29.2	36.0	—	—	—	168

Pelagien	Porpiten	Seetang	Bemerkungen über Landnähe, Wasser und Thiere
—	—	—	Möwen begleiten das Schiff (*Larus ridibundus*).
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	**Kleine Velellen und Physalien. Quallen (?).**
—	—	—	Die Vögel lange das Schiff umkreisend.
—	—	—	**Kleine Velellen und Physalien, Fisch, Tintenfisch.**
—	—	—	Möwen folgen dem Schiff (*Larus cachinnans*).
—	—	—	—
—	—	—	Möwen folgen dem Schiff.
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	Möwen folgen dem Schiff (*Larus cachinnans*).
58	—	31	**24 Quallen.**
—	—	—	Möwen folgen dem Schiff (*Larus ridibundus*), zweimal ein Singvogel.
59	—	—	**Vor dem Golf von Sues.**
—	—	—	Festland kaum sichtbar.
∞	—	—	—
∞	—	—	**Nach den ersten 10 Min. die Pelagien zahlreich.**
2	—	—	5 Tintenfische.
9	—	—	Möwen hinter dem Schiff (*Larus fuscus*).
245	—	—	**Am Schluss ein gelber Staub von Algen.**
∞	—	1	—
∞	∞	—	**Nachher zahlreiche fliegende Fische. 2 Salpen (?).**
—	—	5	Möwen folgen (*Larus ridibundus*), eine Wachtel, ein Wiedehopf.
—	—	∞	—
—	—	10	**Möwen folgen, brauner Fisch.**
—	—	24	*Sula sula* folgt dem Schiff.
38	—	75	Möwen folgen, eine Qualle.
—	—	7	**Wasser flach, *Sula sula* folgt, 1 Rochen, 2 Schulpe, 2 braune Quallen.**
—	—	1	Möwen folgen, ein Tintenfisch.
22	—	1	Möwen folgen.
12	—	—	Ein Fisch.
—	—	1	**Eine Sturmschwalbe.**
—	—	4	**Wasser grün.**
—	—	4	—
∞	—	—	Schluss Samha gegenüber.
—	—	—	***Sula cyanops*. Sapphirinen zahlreich.**
—	—	—	Eine braune Qualle.
—	19	—	—
—	—	—	—
∞	3	—	**Eine Ctenophore (?).**
∞	2	—	—
∞	2	—	**Ein Tintenfisch, ein Venusgürtel, 2 Quallen.**
4	—	—	—
2	—	—	**Gelber Algenstaub, ein Venusgürtel, 3 Quallen.**
13	59	—	Drei *Spirula*-Schalen (?).
—	—	—	—
25	11	—	Auf der glatten Oberfläche ein röthlicher Staub, einzelne Tintenfische u. s. w.
—	—	—	—

Monat	Tag	Ort der Beobachtung	Länge u. Breite	Tem-peratur	Salz-gehalt	Del-phine	Vögel	Schlan-gen	Flie-gende Fische
3	26	Indischer Ocean	71° 54' +8° 53'	28°5	33.9	—	—	—	750
5	10	„ „	72 53 8 17	29.4	35.4	—	—	—	54
3	26	„ „	74 10 8 8	28.8	35.0	—	—	—	83
5	10	„ „	75 20 7 54	29.3	35.4	—	—	—	192
3	27	„ „	77 19 7 9	28.3	35.1	—	—	1	59
3	27	vor Ceylon	79 17 6 58	29.4	35.3	—	—	2	76
5	8	Indischer Ocean	81 15 5 39	28.7	34.3	—	—	—	5
3	29	„ „	82 40 5 57	28.1	35.0	—	—	—	660
5	7	„ „	85 23 5 54	29.4	34.2	—	1	—	128
3	30	„ „	88 12 6 12	28.1	33.8	—	1	—	59
3	30	„ „	90 34 6 12	29.0	34.1	—	—	1	45
3	31	vor Sumatra	93 37 5 57	28.1	34.3	—	—	—	14
5	5	Malakkastrasse	95 42 5 53	29.7	33.7	—	1	—	29
5	4	„	98 15 5 3	29.6	32.6	—	5	2	40
4	1	„	98 41 4 29	28.6	32.5	—	116	8	—
4	1	„	100 1 3 32	—	—	—	—	12	23
5	4	„	100 28 3 28	29.4	30.1	—	—	—	27
4	2	vor Singapore	102 40 1 38	28.6	32.8	—	—	—	—
4	9	Rhiostrasse	104 1 0 18	29.5	33.2	—	2	—	19
4	28	„	104 39 +0 33	29.5	32.0	—	—	—	—
4	27	Bankastrasse	105 4 −1 40	30.4	21.5	—	—	17	10
4	10	„	105 6 2 10	28.1	22.8	2	—	—	1
4	10	„	106 10 2 58	29.2	31.2	—	—	—	6
4	27	„	106 20 3 2	29.1	28.7	—	—	—	—
4	26	Javasee	106 30 3 43	29.4	31.8	—	—	9	1?
4	11	„	106 49 5 30	29.1	32.5	—	—	—	35
4	24	„	108 46 6 2	29.2	32.0	—	—	21	2
4	12	„	110 12 6 5	30.0	33.5	—	—	—	23
4	24	„	110 58 6 19	28.9	29.9	—	—	—	—
4	13	„	112 50 6 7	29.1	33.1	—	—	—	21
4	23	„	113 9 6 9	29.4	31.6	—	—	5	31
4	13	„	114 10 6 7	28.9	32.6	—	—	8	45
4	23	„	115 32 6 1	29.3	31.7	—	1	—	12
4	22	„	117 47 6 1	29.0	33.8	—	—	—	204
4	21	vor Macassar	119 22 5 8	28.6	34.0	—	5	—	1
4	20	Javasee	120 53 5 44	29.4	34.1	—	2	—	134
4	15	„	121 0 5 42	28.7	33.0	—	1	—	38
4	20	unter Boeton	122 54 5 39	28.6	34.4	—	3	—	78
4	19	Molukkensee	124 3 4 11	29.2	34.5	—	50	—	216
4	16	„	124 10 4 33	28.8	32.9	—	—	—	130
4	16	„	125 8 3 31	28.6	33.8	—	—	1	136
4	19	unter Boeroe	126 14 2 56	28.2	34.6	—	—	1	105
4	17	„	126 52 2 25	28.1	33.9	—	1	—	23
4	18	Pitt-Passage	128 7 2 21	28.4	34.8	—	—	—	706
4	17	„	128 9 1 38	29.1	34.0	—	—	1	11
4	18	„	129 54 1 22	28.5	34.6	—	—	—	178

Pelagien	Porpiten	Seetang	Bemerkungen über Landnähe, Wasser und Thiere
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	Vorher Minikoy passirt.
—	—	—	—
—	—	16	—
—	—	1	Eine Qualle(?).
—	—	—	**Ein brauner Körper. Vorher Sturmschwalben.**
—	—	—	Eine grosse Salpe(?).
—	—	—	**Sturmschwalbe, eine Salpe(?).**
—	—	—	—
—	4	35	Zwei kleine Hornfische.
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	—
—	—	—	Auf der glatten Oberfläche ein grüngelber Staub. Ein Hai(?).
—	—	—	Rechts Varela. Treibende Landpflanzen und Schulpe, 26 Quallen, ein Hornfisch.
—	—	—	**2 Quallen.**
—	—	—	Wasser grün, theils trübe, mit treibenden Pflanzen.
—	1	9	Zahlreiche Janthinen, einzelne Schulpe von Tintenfischen, zwei Fische.
—	—	1	**2 Quallen.**
—	—	—	**Wasser braun.**
—	—	—	Wasser braun, mit treibenden Landpflanzen.
—	—	2	Mehrere Schulpe von Tintenfischen und viele Landpflanzen.
—	—	—	**Wasser gelb. 1 Hornfisch, 1 Taschenkrebs, 3 braune Quallen.**
—	40	—	**Hinten links Nordwatcher. 10 Schulpe, ein Taschenkrebs, Salpe(?).**
∞	—	9	Treibende Landpflanzen und Schulpe, 4 Quallen.
—	—	∞	**26 Schulpe, eine Qualle.**
6	—	—	Vor Karimoen Java. Zwei Schaaren von Fischen, 5 Quallen, Taschenkrebs, Schulp, Ulven(?).
—	—	—	**Anfang bei Mandalika. Wasser grün. Eine Schaar Fische, 1 Krebs, 1 Qualle.**
2?	∞	—	Bawean noch sichtbar. 4 Janthinen, eine Qualle.
—	—	65	**7 Schulpe.**
∞	—	—	Zwei Schulpe, eine Qualle.
—	—	8	**Kein Land. Dreimal brauner Klumpen.**
—	—	—	**Kein Land.**
—	—	42	**Wasser flach. Eine Schaar Fische mit Vögeln. Eine *Spirula*. Seegras.**
—	—	7	**Kein Land.**
—	—	9	Hinten noch Land in Sicht (Salayerstrasse). Treibende Landpflanzen, zwei Schulpe.
—	—	1	—
—	—	7	**Kein Land. Eine Schaar Fische, mit den Vögeln zusammen.**
—	—	—	—
—	—	—	Die Schlange von zahlreichen kleinen Fischen umgeben.
—	—	—	**Sapphirinen sehr zahlreich, eine Qualle(?).**
—	—	—	Zwischen Boeroe und Ombira. Treibende Landpflanzen. 2 *Spirula*-Schalen.
—	—	—	**1 *Spirula*, 2 Fische.**
—	—	—	Unter Ombira. Ein Fisch.
—	—	—	—

Monat	Tag	Ort der Beobachtung	Länge u. Breite		Temperatur	Salzgehalt	Delphine	Vögel	Schlangen	Fliegende Fische
4	18	Pitt-Strasse	— —	— —	27°2	35.2	—	—	—	53
4	17	N. v. N.-Guinea	131°44'	−0°31'	28.5	35.0	—	—	—	2
4	18	" " "	132 1	0 19	29.7	34.9	—	—	—	30
4	17	" " "	133 36	0 32	28.5	34.6	—	1	—	17
4	19	" " "	134 36	0 42	28.7	34.3	—	8	—	79
4	16	Jobistrasse	135 33	1 10	28.8	34.9	—	1	—	74
4	19	"	135 58	1 23	29.8	34.6	—	2	—	134
4	16	N. v. N.-Guinea	137 0	1 21	28.4	35.0	—	—	—	6
4	20	" " "	138 9	1 28	28.3	33.3	—	—	—	6
4	15	" " "	138 47	1 37	28.3	34.4	—	—	—	1
4	20	" " "	139 26	1 46	29.6	35.4	—	—	—	20
4	15	" " "	140 32	2 10	27.8	34.8	—	3	—	2
4	21	" " "	140 54	2 22	29.1	34.4	—	—	—	25
4	21	" " "	142 9	2 47	29.6	34.5	1	2	—	23
4	14	Berlinhafen	142 21	2 57	28.3	35.5	—	—	—	—
4	13	N. v. N.-Guinea	143 22	3 2	28.1	35.2	—	—	—	11
4	22	" " "	144 25	3 37	28.0	26.9	—	—	—	2
4	12	" " "	145 9	4 3	28.3	34.9	—	—	—	19
4	22	" " "	145 31	4 6	—	—	—	—	—	—
4	30	Fr. Wilh.-Hafen	145 43	5 18	—	—	—	2	—	12
4	12	Stephansort	145 40	5 30	—	—	—	31	—	—
4	10	N. v. N.-Pommern	147 29	5 0	29.1	34.2	—	—	—	32
5	1	Langemak-B.	147 53	6 25	28.8	35.0	—	46	—	30
5	1	Dampier-Strasse	148 32	6 32	29.0	35.1	—	—	—	35
4	10	W.v.N.-Pommern	149 37	4 47	28.5	33.5	—	—	—	10
5	2	O. " "	150 23	6 22	28.7	34.7	—	—	—	28
5	2	" " "	151 34	5 49	29.2	35.2	—	6	—	11
4	9	W. " "	151 49	3 58	29.0	33.8	—	—	—	39

Während der Beobachtungsstunden wurde jetzt auf der ganzen Fahrt kein einziger Delphin gesehen. Und dennoch waren dieselben keineswegs seltener als damals. Wenn sie früher namentlich im Mittelmeer und Rothen Meer öfter notirt werden konnten, so hat das in der zuerst ausgedehnteren Beobachtungszeit seinen Grund. Damals wurde meist vier Stunden lang am Tage, jetzt regelmässig nur Morgens und Abends je eine Stunde lang beobachtet. Ich habe mich nicht entschliessen können, meine gelegentlichen Beobachtungen auch ausserhalb der regelmässigen Beobachtungsstunden niederzuschreiben, weil sie zu sehr von Zufälligkeiten abhängig sind und deshalb ein falsches Bild geben könnten. Eins aber möchte ich doch nicht unerwähnt lassen. Gerade an denselben Orten, wo auf der Ausreise besonders grosse Schwärme von Delphinen gesehen wurden (25. März und 15. April, a. a. O. S. 711), habe ich auch auf der Rückreise in meinem Tagebuche Delphine verzeichnet (20. April und 11. Mai). Nur zwei Wale wurden von mir selbst auf der ganzen Fahrt beobachtet, und zwar beide vor der Humboldtbai bei Neu-

Pelagien	Porpiten	Seetang	Bemerkungen über Landnähe, Wasser und Thiere
—	—	∞	Treibende Landpflanzen, Schaar von Fischen, 2 Quallen.
—	**—**	**46**	**1 *Spirula*, 1 *Glaucus*.**
—	—	∞	Gelber Staub auf dem Wasser.
—	**—**	**50**	**2 *Spirula*, 3 *Glaucus*.**
—	—	∞	Noemfoor in Sicht. Wurmförmig zusammengeballte Staubalgen.
—	**—**	**157**	**Rechts Wiak; Wasser flockig, eine *Spirula*.**
—	—	∞ ?	Rechts voraus Jobi. Brauner Staub auf dem Wasser.
—	**—**	**55**	**Jobi links voraus.**
—	—	15	Kein Land. Wasser gelblich, mit treibenden Landpflanzen. Schulp, Qualle.
—	**—**	**—**	**Zwei *Spirula*.**
—	—	49	Schar von Fischen, Qualle.
—	**—**	**2**	**Eine braune Qualle, ein Schulp, eine *Spirula*.**
—	—	—	Bei Germania-Huk. Einzelne treibende Landpflanzen. Taschenkrebs, Qualle.
—	—	6	Wasser zuletzt grün. Ein Walfisch, ein Fisch bei einer Qualle, eine *Spirula*, 6 braune Quallen.
—	**—**	**22**	**Drei braune Quallen.**
—	**—**	**2**	**—**
—	—	—	Wasser graugrün zwischen Garnot und Blosseville.
—	**—**	**6**	**Vulcaninsel links voraus.**
—	—	1	Vulcaninsel noch sichtbar. Wasser blau.
—	—	4	—
—	**—**	**—**	**Wasser grün. Ein Fisch.**
—	**—**	**11**	**Norden von Neu-Pommern.**
—	—	—	Rechts Festland. 4 Schaaren von Fischen.
—	—	4	Am Schluss Neu-Pommern sichtbar. Ein Schulp.
—	**—**	**9**	**Zwischen Deslacs I. und Neu-Pommern. 2 *Spirula*-Schalen.**
—	—	—	Links Neu-Pommern, treibende Blätter.
—	—	—	Nahe Cap Orford.
—	**—**	**10**	**Senkrecht ab von Lottin.**

Guinea. Es werden wohl Pottwale gewesen sein. Sie spritzten Wasser ziemlich hoch empor, das als feiner Staubregen wieder herunterkam. Von einer Verdichtung des Wassers in der ausgehauchten Luft kann natürlich bei einer Lufttemperatur von 29–30°C. nicht die Rede sein.

Den in meinem frühern Aufsatz über die Vögel gegebenen Bemerkungen habe ich nur wenig hinzuzufügen. Im freien Ocean waren sie wieder selten. Auch im Rothen Meer und Mittelmeer waren sie diessmal spärlicher vorhanden, im Gegensatz zur Ausreise. Die echten Möwen (namentlich Häringsmöwe und Lachmöwe) waren nämlich in der späteren Jahreszeit (Mai) schon nach Norden abgereist. Nur Tölpel (*Sula sula*) und Seeschwalben (*Sterna*) waren hin und wieder zahlreich. Die Seeschwalben scheinen die dauernden Vertreter unserer Möwen in den wärmeren Meeren zu sein. Man trifft sie meist in grösseren Schaaren, nicht allzu weit vom Lande entfernt. Häufig jagen sie mit Fischschaaren gemeinsam.

Schlangen wurden auf der Ausreise an 6 verschiedenen Stellen gefunden und ebenso auf der Rückreise an 6 Stellen. Bisweilen war das Gebiet ihres Vorkommens so ausgedehnt, dass sie in zwei oder drei auf einander folgenden Beobachtungsstunden verzeichnet werden konnten. Drei Stellen der Hin- und Rückfahrt fallen genau zusammen. Immerhin kann diess ein Zufall sein. Eins aber scheint festzustehen, dass die Schlangen in den flachen Küstenmeeren des Ostens, in der Malakkastrasse, der Bankastrasse und der Javasee besonders häufig sind. Der Grund ihres Vorkommens gerade in diesen Meerestheilen kann ein verschiedener sein. Erstens ist der Umfang der Gewässer gering, so dass das Land nie weit entfernt ist. Mitten im Ocean sah ich keine Schlange, sondern nur in nicht zu grosser Entfernung vom Lande. Die grösste Entfernung vom Lande, die ich feststellen konnte, war etwa 250^{km} (vor Sokotra). Zahlreich kamen sie ausschliesslich nur dann vor, wenn entweder Land in Sicht war oder dieses doch höchstens 100^{km} entfernt war. Der zweite wichtige biologische Factor für das Vorkommen der Schlangen scheint die hohe Temperatur des Meerwassers zu sein. Die niedrigste Temperatur, bei welcher ich Schlangen beobachtete, ist 28° C. Da eine so hohe Temperatur im Atlantischen Ocean nur local erreicht wird, könnte schon darauf das Fehlen der Seeschlangen in jenem Meere zurückzuführen sein. Im Rothen Meere fand ich keine Schlangen, obgleich bei der Rückreise die Temperatur im südlichen Theile desselben über 29° C. gestiegen war. Immerhin sinkt sie hier im Winter recht tief. Ich fand auf der Ausreise bei Bab el Mandeb 26° C. Vorausgesetzt auch, dass die Schlangen bei einem Minimum von 27° oder noch weniger fortexistiren können, so würden sie doch noch nicht um's Cap der guten Hoffnung herum und in den Atlantischen Ocean hinein gelangen können. Zur günstigsten Jahreszeit müssten sie zu diesem Zweck eine Temperatur von 22° ertragen können. Freilich wurden zuweilen Schlangen von dem warmen Strom bis zum Capland fortgeführt. Diese giengen aber immer bald zu Grunde. — Der Salzgehalt scheint für das Vorkommen der Schlangen weit weniger maassgebend zu sein als Landnähe und Temperatur. Freilich scheint festzustehen, dass sie im Süsswasser nicht fortexistiren können. Und andererseits fand ich sie häufig nur bis zu einem Salzgehalt von höchstens 32.6 Promille. Das kann aber auch damit zusammenhängen, dass gerade an den salzarmen Punkten der Reise die übrigen Lebensbedingungen günstig waren. Immerhin fand ich vor Sokotra eine Schlange bei fast 37 Promille.

Das Verhalten der 90 Schlangen, welche ich vom Schiff aus beobachten konnte, war etwas anders, als in Brehm's Thierleben[1] an-

[1] Bd. 7. dritte Auflage. S. 386 ff.

gegeben ist. Pfeilschnell sah ich keine entfliehen, und ebenso wenig sah ich eine schnell in die Tiefe tauchen. Langsam schlängelten sich alle zur Seite, um dem Schiff zu entgehen, wurden aber alle, wenn sie nahe genug waren, von den Schaumwellen, die das Schiff erzeugte, ereilt. Nur einmal sah ich eine beim Entkommen sich etwas von der Oberfläche entfernen. — Es ist eigenthümlich, dass ich während der ganzen Fahrt an der Küste von Neu-Guinea und Neu-Pommern keine einzige Schlange beobachtet habe, obgleich doch an diesen Küsten Seeschlangen keineswegs selten sind. In ausgemoderten Baumstämmen, welche in Neu-Pommern am Strand lagen, und in den löcherigen Wänden der Kalkhöhlen in Neu-Lauenburg findet man zahlreiche Seeschlangen. Niemals aber fand ich bei diesen Thieren Nahrung im Magen. Sie werden also wohl auf dem Lande keine Nahrung zu sich nehmen. So sehr bissig, wie Brehm schreibt, waren sie übrigens nicht. Vielleicht wird sich bei Bearbeitung meiner Ausbeute ergeben, ob es sich im Bismarck-Archipel um andere Arten handelt, die sich vielleicht weniger vom Lande entfernen oder besser tauchen und deshalb seltener auf dem Meere beobachtet werden.

Fliegende Fische (*Exocoetus*) kamen während der Fahrt bei weitem am regelmässigsten vor, und deshalb lassen sich aus den gewonnenen Zahlen ausgedehntere Schlüsse auf ihr Vorkommen und auf die Abhängigkeit ihres Vorkommens von den Lebensbedingungen machen (man vergl. die Karte). Es handelt sich auch hier um echte Tropenthiere. Eine obere Temperaturgrenze für ihr Vorkommen gibt es nicht; denn bei der hohen Temperatur des Oberflächenwassers von 31°5 C. waren sie noch recht zahlreich. Die untere Temperaturgrenze scheint dagegen nicht sehr tief zu liegen. 25° C. dürfte etwa das Minimum sein; denn im Norden des Rothen Meeres, vor dem Wendekreis, waren sie plötzlich verschwunden, nachdem sie einen halben Tag vorher noch recht häufig gewesen waren. Alle anderen Verhältnisse waren fast dieselben geblieben. Nur der Salzgehalt war um etwa 1 Promille gestiegen. Ein einzelner junger *Exocoetus* wurde übrigens weit von den anderen entfernt, nahe vor Sues, beobachtet. Er mag wohl mit der eingehenden Strömung dorthin gelangt sein. Jedenfalls beweist dieses einzelne Individuum, dass Fische dorthin gelangen und auch fortexistiren können. Das vereinzelte Vorkommen lässt also wohl auf ein freiwilliges Meiden dieser Meerestheile schliessen. Da die Verbreitungsgrenze auf der Aus- und Rückfahrt dem Salzgehalt entsprechend örtlich genau zusammenfällt, wo doch auf der Ausfahrt die Temperatur um 2° C. niedriger war, wäre immerhin noch festzustellen, ob nicht bei 40 Promille Salzgehalt etwa eine Grenze der Verbreitung gegeben ist. Eine Beobachtung, während des Spätsommers

im nördlichen Theile des Rothen Meeres gemacht, kann die Frage entscheiden. Man müsste dann die untere Temperaturgrenze an einem anderen Orte bestimmen. Eine untere Grenze des Salzgehaltes lässt sich scheinbar im Osten erkennen. Sowie der Salzgehalt unter 33 Promille herabsank, war die Zahl der fliegenden Fische immer eine relativ geringe. Niemals wurden bei so niedrigem Salzgehalt 50 Fische in der Stunde beobachtet. Freilich kommt noch ein zweiter Factor hinzu, der ohne Zweifel auf die Verbreitung der fliegenden Fische von grossem Einfluss ist. Ich meine die Tiefe des Wassers. Die Einwirkung der Wassertiefe scheint eine indirecte zu sein; denn es ist kaum anzunehmen, dass fliegende Fische gelegentlich in grössere Tiefen hinabgehen. Beimengungen des Wassers an anorganischen Fremdkörpern scheinen sie aber streng zu meiden, und da Fremdkörper in flachen Meeresgebieten einerseits durch Strömungen vom Grunde aufgewirbelt werden können, andererseits, aus Flüssen zugeführt, sich auf eine geringe Wassermasse vertheilen, ist in den meisten Fällen flaches Wasser biologisch unreinem Wasser vollkommen gleichzustellen. In ähnlicher Weise, wie geringe Tiefen, wirkt auch die Landnähe, selbst in relativ tiefen Meeresgebieten, indirect ein, besonders dann, wenn es sich um regenreiche Striche der Erdoberfläche handelt. Nur so lässt es sich erklären, wenn wir fast überall eine küstenpelagische[1] Fauna von einer eupelagischen[1] streng unterscheiden können.

Sehen wir nun, wie sich die Resultate der Beobachtung den genannten Factoren gegenüber verhalten: — fast alle Punkte, an denen fliegende Fische ganz fehlten, befanden sich nahe unter der Küste. Meist wurde auch das Wasser als grün, gelb oder gar als graugrün gefärbt verzeichnet. Nur einmal war beim völligen Fehlen der fliegenden Fische kein Land in Sicht. Es war auf der Hinreise, und zwar am Nordende der Malakkastrasse. Für diesen Punkt lässt sich nur die geringe Tiefe als Grund für das Fehlen anführen. Der Salzgehalt war zwar ziemlich niedrig, etwas unter 33 Promille, aber nördlich und südlich von dieser Stelle wurden bei gleichem und gar noch niedrigerm Salzgehalt (30.1 Promille) auf der Hin- und Rückreise 30–40 Fische in der Stunde gezählt. Gerade an jenem Orte aber, wo die Fische ganz fehlten, findet man auf den Karten eine Untiefe verzeichnet, die vielleicht stellenweise 20–30^{m} kaum übersteigen dürfte. An den benachbarten Beobachtungspunkten dagegen beträgt die Tiefe wenigstens mehr als 40^{m}. Auf tiefem Wasser kann die Landnähe eine weit grössere sein, ohne ein Fehlen der fliegenden Fische zu bewirken. In der Molukkensee wurden einmal unmittelbar unter der

[1] Nicht zu verwechseln mit hemipelagisch und holopelagisch; man vergl. Verh. der Deutsch. Zool. Gesellschaft IV, 1894, S. 63.

bergigen Insel Boeroe 105 Fische in der Stunde gezählt. Freilich fällt hier der Meeresboden ganz ausserordentlich steil ab, so dass die Tiefe, über welche wir fuhren, wohl 500–1000^m gewesen sein mag. An keiner zweiten Stelle während der ganzen Fahrt haben wir in so geringer Entfernung vom Lande eine so bedeutende Tiefe unter uns gehabt. Dass auch hier der grössere Salzgehalt von 34.6 Promille für die Häufigkeit der fliegenden Fische nicht maassgebend war, zeigt ein Vergleich mit der Gegend von Berlinhafen an der Küste von Neu-Guinea. Dort fällt der Meeresboden weniger steil ab, und deshalb wurde trotz des bedeutenden Salzgehaltes von 35.5 Promille kein einziger Fisch in der Stunde beobachtet.

Aus den angeführten Thatsachen geht hervor, dass die fliegenden Fische, wie alle eupelagischen Thiere, das flache Wasser meiden, und, da meist ein flacher Gürtel das Land umgibt, auch die unmittelbare Nähe der Küste. Als Grund können die dem Wasser beigemengten Fremdkörper angesehen werden. Da ein geringerer Salzgehalt immer auf Zufuhr von weniger reinem Flusswasser zurückzuführen ist, wird sogar die oben gemachte Angabe, dass geringerer Salzgehalt von den Fischen gemieden werde, einigermaassen problematisch. Vor der Hand lässt sich nur so viel sagen, dass die Fische bei einem Salzgehalt von 30–40 Promille häufig vorkommen, ohne dass damit die Möglichkeit eines gelegentlichen, häufigen Auftretens auch bei niedrigerm Salzgehalt geleugnet werden soll. Wie wir in den Seeschlangen den Typus eines küstenpelagischen Thieres vor uns hatten, zeigen uns jetzt die fliegenden Fische das Verhalten eines eupelagischen Thieres.

Die kleine beigegebene Kartenskizze (Seite 114) mag das hier Dargelegte zur Anschauung bringen. Die Häufigkeit der fliegenden Fische ist durch die verschiedene Dicke der Fahrtlinie zur Darstellung gebracht. Die Zählungen der Rückreise waren dabei maassgebend. Nur wo diese Lücken liessen, wurden auch die Resultate der Hinreise mit herangezogen. Die 200^m-Tiefengrenze wurde nach der Tiefenkarte in dem von der deutschen Seewarte herausgegebenen Atlas des Indischen Oceans punktirt eingetragen. Auf ein massenhaftes Auftreten der fliegenden Fische östlich von Sokotra werde ich unten bei den Pelagien noch einmal zurückkommen.

Treibende Schulpe von Tintenfischen lassen sich von Bord des Schiffes aus leicht und sicher erkennen. Sie wurden im Indischen Ocean niemals beobachtet, und überhaupt häufiger nur dann, wenn der Salzgehalt unter 34 Promille hinabgieng. Ob die Tintenfische durch den geringen Salzgehalt oder durch die hier dem Wasser beigemengten Fremdkörper zu Grunde gegangen sind oder aber von den Schlangen gefressen wurden, lässt sich nicht entscheiden. Immerhin ist beach-

Karte
über das Vorkommen der fliegenden Fische und Pelagien auf der Reise nach dem Bismarck-Archipel.
Erklärungen:
Grenze der Tiefen über 200m
Richtung der Meeresströmungen im Mai
Abweichungen der Hinfahrt von der Rückfahrt
Keine fliegenden Fische.
1—20 fl. Fische in der Stunde
60
100
100—200
200—800
Zahlreiche
Zahlreiche Pelagien
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
30
20
30
10
0
40
10
160

tenswerth, dass sie gerade dann vorkamen, wenn auch Schlangen beobachtet wurden.

Die Angaben über *Spirula*, *Janthina* und *Glaucus* sind mit Vorsicht aufzunehmen, da diese Thiere von dem hohen Schiffe aus selten sicher zu erkennen sind, besonders dann nicht, wenn es sich um kleine Exemplare handelt und zudem die See bewegt ist.

Pelagien wurden auf der Hinfahrt an sechs Stellen sehr zahlreich gefunden, auf der Rückreise an drei Stellen (man vergleiche die Karte). Die drei Stellen der Rückreise fallen nun genau mit drei Stellen der Hinreise zusammen. Eine weitere Stelle, an welcher auf der Hinreise Pelagien gefunden wurden, südlich von Sokotra, wurde auf der Rückreise nicht berührt, weil der Curs nördlich an Sokotra vorbeigieng. Zwei Stellen der Javasee aber zeigten im Gegensatz zur Hinreise auf der Rückreise kein einziges Thier, obgleich die Jahreszeit fast genau dieselbe war. Mit dieser biologischen Abweichung gieng aber eine physikalische Hand in Hand. Der Salzgehalt war auf der Rückreise an beiden Stellen um $\frac{1}{2}$–1 Promille geringer.

Dass drei Ansammlungen von Pelagien auf der Rückreise genau an denselben Orten wieder vorgefunden wurden, ist um so bemerkenswerther, da auch an diesen Orten die physikalische Beschaffenheit des Meerwassers Abweichungen erkennen liess. Die Orte wurden nämlich bei der Rückreise, der Jahreszeit nach, um 2 Monate später berührt, und deshalb war die Temperatur um $2\frac{1}{2}$–5° C. höher. Das genaue Zusammentreffen ist nicht wohl anders zu erklären als durch die Annahme, dass die Thiere sich dauernd oder doch jährlich mehrere Monate hindurch an demselben Orte aufhalten. Von Schwärmen im gewöhnlichen Sinne kann nicht die Rede sein, wie man denn auch nie von einem Hasenschwarm sprechen würde, wenn man auf einem Gutsbezirk immer zahlreiche Hasen findet, während die angrenzenden Dorfbezirke, die stärker bejagt werden, deren wenige oder gar keine enthalten[1]. Schon in meiner früheren Arbeit führte ich (S. 710) an, dass mir einige Thieransammlungen schon vorher angekündigt wurden durch den Capitain und durch Passagiere, welche die Fahrt häufiger gemacht hatten, dass also das Vorkommen höchst wahrscheinlich an dieselben Orte gebunden sei. Die Annahme hat sich jetzt in einem gewissen Maasse bestätigt, nur nicht für die Javasee, wo der Salzgehalt bei der Rückreise ein geringerer war. Die Abweichung lässt sich hier aber unmittelbar auf ihre Ursachen zurückführen. Wir brauchen nur anzunehmen, dass der geringere Salzgehalt den Pelagien nicht zusagt, eine Annahme, die dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass die anderen Ansammlungen gerade in einem Gebiet mit hohem Salzgehalt liegen. Einen hö-

[1] Jahrg. 1896 S. 710 ist infolge eines Druckfehlers das Gegentheil gesagt.

hern Salzgehalt kann ein pelagisches Thier hier sehr leicht finden: es braucht nur einige Meter in die Tiefe zu rudern. Damit würde es sich freilich den Blicken entziehen. Die Pelagien können also nach wie vor vorhanden sein und doch nicht zur Beobachtung gelangen. Noch eine zweite Erklärung für die Abweichung könnte man sich denken. Gerade im April setzt ein Strom ein, der die Javasee der Länge nach von Osten nach Westen durchzieht. Dieser Strom könnte bei der Rückfahrt schon eingesetzt und alle Pelagien aus der Javasee entfernt haben. Freilich halte ich diese zweite Möglichkeit der ersten gegenüber für ausserordentlich unwahrscheinlich, da nach den bis jetzt vorliegenden Beobachtungen der Strom kaum so regelmässig verlaufen dürfte.

Ich wende mich damit einer weiteren Aufgabe zu, den Ursachen jener Ansammlungen pelagischer Organismen im Meere nachzuspüren. Dass derartige Ansammlungen gar nicht selten sind, weiss Jeder, der eine Oceanfahrt gemacht und ein wenig auf Meeresthiere geachtet hat. Sie fallen dem Beobachter dermaassen auf, dass manche Forscher das unregelmässige Auftreten bei allen pelagischen Thierarten als Regel angesehen haben. Auch auf der Plankton-Fahrt wurden zahlreiche Thieransammlungen beobachtet. Sie sind von Brandt[1] auf einer Karte übersichtlich dargestellt. Von einer dieser Ansammlungen, einem Salpenschwarm nördlich von den Hebriden, hat Apstein[2] gezeigt, dass sie zu derselben Jahreszeit immer wieder an demselben Orte angetroffen werden kann. Für die Bildung derartiger Ansammlungen im offenen Ocean nimmt Brandt, entschieden mit Recht, Wind und Meeresströmungen als Hauptfactoren in Anspruch. Diejenigen Thiere, welche mit einem Theil ihres Körpers über die Oberfläche des Wassers vorragen, stehen in hohem Maasse unter dem Einfluss des Windes. Thiere, welche nahe unter der Oberfläche des Meeres leben, wie die Pelagien, müssen in höherm Maasse durch die Wirkung der Strömungen zusammengeschaart werden. Wie die Strömung wirkt, hat Vanhöffen[3] darzulegen gesucht. Er nimmt an, und so weit möchte ich mich vollkommen seinen Ausführungen anschliessen, dass Thieransammlungen entstehen können durch Zusammenwirken von Strömung und Küste und durch Zusammenwirken zweier Strömungen von verschiedener Richtung. Im Rothen Meere liegen die Verhältnisse am einfachsten. An der Ostküste geht ein Strom ein, an der Westküste ein schwächerer Strom aus. Zwischen beiden Strömen befindet sich ein ruhendes Gebiet, in welches, durch die Configuration der Küsten veranlasst, hier und da Wassermassen des eingehenden Stromes sich ergiessen und kleine

[1] Reisebeschreibung der Plankton-Expedition. Ergebnisse u. s. w. Bd. I A S. 356 ff.
[2] *Thaliacea* der Plankton-Expedition. Ergebnisse. II. E. a. B. S. 54 f.
[3] Zoologischer Anzeiger Bd. 19. 1896 S. 523 f.

Wirbel erzeugen. In einer Arbeit von Steuer[1] finde ich die Strömungsverhältnisse so dargestellt, wie sie die österreichische Pola-Expedition erkannt hat. Es sind an zwei Stellen Abzweigungen des eingehenden Stromes gegen den ausgehenden zur Darstellung gebracht. Die nördlichere befindet sich auf 26–25° N., die südlichere auf 23–21° N. Gerade an diesen beiden Stellen fand ich die Pelagienansammlungen.

Auch bei der dritten Pelagienansammlung, im Indischen Ocean, handelt es sich um ein ruhendes Gebiet mit leichter Wirbelbewegung. Es ist bekannt, dass je nach der Jahreszeit und dem herrschenden Monsun der Strom im ganzen Indischen Ocean in zwei vollkommen entgegengesetzten Richtungen verläuft. Auf der beigegebenen Kartenskizze sind nach den von der englischen Admiralität herausgegebenen Monthly Current Charts for the Indian Ocean 1896 die stärkeren beobachteten Stromversetzungen des Monats Mai eingetragen. Die Strömung des Südwestmonsuns ist schon fast vollkommen zum Durchbruch gelangt. Aber gerade während der Monate März bis Mai, also in der Übergangszeit, stellen sich an der betreffenden Stelle leichte Wirbelbewegungen ein. Interessant wäre es, das Gebiet zur Zeit der Monsune zu untersuchen.

Die vierte Ansammlung südlich von Sokotra lässt sich scheinbar auf das Zusammenwirken dieser Insel und einer südnördlichen Meeresströmung zurückführen. Auch an dieser Stelle findet man auf der Märzkarte des genannten Werkes Wirbelströmungen verzeichnet.

In gleicher Weise gibt die Aprilkarte für die fünfte und sechste Stelle, in der Javasee, Wirbelbewegungen an.

Ein massenhaftes Auftreten von fliegenden Fischen wurde auf der Hin- und Rückreise je einmal beobachtet, und zwar beide Male genau an derselben Stelle, östlich von Sokotra (vergl. die Kartenskizze). Die Fische traten dort so massenhaft auf, dass ihre Zahl nicht abgeschätzt werden konnte (vergl. meine frühere Arbeit S. 712). Die Ansammlung befindet sich auf dem gleichen Wirbelgebiet des Indischen Oceans wie die der Pelagien, aber, und das ist bemerkenswerth, nicht genau an derselben Stelle, sondern etwas weiter westlich. Der Fall zeigt also, dass die Einwirkung derselben Strömung auf verschiedene Thiere keineswegs die gleiche ist.

Vollkommen anders als Pelagien und fliegende Fische verhalten sich den genannten Factoren gegenüber die Porpiten. Massenhafte Ansammlungen traf ich auf der Hinreise einmal in der Javasee, auf der Rückreise einmal im Rothen Meer, also an ganz verschiedenen Stellen. Eine geringere Zahl wurde öfter beobachtet, aber nur an einer einzigen Stelle, im Indischen Ocean, östlich von Sokotra, fällt, wie sich aus

[1] Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss., Wien, Math.-naturw. Classe, Bd. 106 Abth. I S. 407.

der oben gegebenen Übersichtstabelle ergibt, das Vorkommen von beiden Fahrten zusammen. Während das Zusammenfallen bei den bisher betrachteten Thiergruppen als Regel angesehen werden konnte, scheint es hier vollkommen zufällig zu sein. Das Wort Schwarm wäre also hier viel eher am Platze, wenn wir uns bei diesem Worte nicht immer ein eigenes Zuthun der Thiere dächten. Und doch dürfen wir als sicher annehmen, dass die Verbreitung dieser auf der Oberfläche schwimmenden Thiere im hohen Grade vom Winde abhängig ist. Wir dürfen uns demnach nicht wundern, wenn uns vor der Hand ihr Vorkommen regellos erscheint, bis wir im Stande sein werden, es auf die herrschenden Winde zurückzuführen.

Dass Physalien und Velellen auf der Hinreise gar nicht beobachtet wurden, hatte ich schon in meinem frühern Aufsatz gesagt und auch die Vermuthung ausgesprochen, dass diesen auf dem Atlantischen Ocean so häufigen Thieren vielleicht im befahrenen Theil des Indischen Oceans die Temperatur zu hoch, im Mittelmeer dagegen zu niedrig gewesen sei. Auch auf der Rückreise wurden durch den Indopacifischen Ocean von Ralum bis in's Rothe Meer hinein keine Thiere dieser Gruppe gefunden. Nur im Mittelmeer, und zwar in der westlichen Hälfte desselben, wurden sie jetzt beobachtet. Man findet demnach die Angabe von Chun[1] bestätigt, dass sie erst durch die Frühlingsstürme in's Mittelmeer hineingeführt werden dürften, um jedesmal im Winter wieder zu Grunde zu gehen. Es sind Thiere, welche nur bei mittleren Temperaturen des Meerwassers, etwa von 18 bis 28° C., ihre Existenzbedingungen finden.

Treibender Seetang wurde immer nur in nicht allzu grosser Entfernung vom Lande getroffen (vergl. die Tabelle). Wenn man das Wort Schwarm anwenden will, muss man consequenter Weise auch von Tangschwärmen sprechen.

Der öfter verzeichnete, gelbliche oder röthliche, staubartige Überzug der ruhigen Meeresoberfläche wurde nur einmal auf der Hinreise mikroskopisch untersucht. Es war am 25. März, in der Mitte zwischen Sokotra und Ceylon (vergl. die Übersichtstabelle). Ich fand in dem aufgeschlagenen Wasser zahlreiche kugelförmige Büschel von Oscillariaceen, welche an der hufeisenförmig umgebogenen Mitte zusammenhingen und mit den freien Enden nach aussen vorragten. Wahrscheinlich handelt es sich also um *Heliothrichum*[2].

[1] Die Siphonophoren der Plankton-Expedition. Ergebn. u. s. w. II. K. b. S. 89.
[2] Man vergl. Schütt, Reisebeschr. der Plankton-Expedition. Ergebn. I. A. S. 278.

Ausgegeben am 10. Februar.

1898.
VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

3. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Köhler las: Die Eroberung Asiens durch Alexander den Grossen und der korinthische Bund.

Es wird untersucht, inwieweit der korinthische Bund an der Eroberung Asiens thatsächlich Theil gehabt und welche Bedeutung Alexander der Cooperation seiner Verbündeten im Kriege beigemessen hat.

2. Das correspondirende Mitglied der Akademie Hr. Th. Homolle in Paris übersendet: Topographie de Delphes (Sonderabdruck aus dem *Bulletin de Correspondance Hellénique* XXI). Paris 1898.

Die Eroberung Asiens durch Alexander den Grossen und der korinthische Bund.

Von Ulrich Köhler.

Philipp II. hat es bei der Stiftung des Landfriedensbundes in Griechenland unterlassen, die unter seiner Hegemonie vereinigten Staaten zum Kriege gegen die Perser aufzubieten, wie doch von seinen Freunden und Parteigängern auf der Halbinsel nicht allein gewünscht, sondern erwartet wurde, und hat sich darauf beschränkt, im zweitnächsten Frühjahr ein makedonisches Truppencorps zur Befreiung der griechischen Städte in Kleinasien über das Meer zu schicken[1]. Die Erwägungen, welche Philipp davon abgehalten haben, sich in seinen Entschliessungen zu binden und den Nationalkrieg gegen Persien zu proclamiren, waren für seinen Erben nicht vorhanden; Alexander war erfüllt von jugendlichem Thatendrang und sah in Asien das Feld, auf welchem er die Erfolge und den Ruhm seines Vaters übertreffen könnte. In dem, gleichzeitig mit der Erneuerung der von Philipp abgeschlossenen Verträge von dem Bundesrath in Korinth gefassten Kriegsbeschluss ist als Zweck des Krieges hingestellt worden, unter der Führung des makedonischen Königs die von den Persern einst in Griechenland begangenen Frevel zu rächen[2]. Die Idee eines zur Revanche für die Vergangenheit in Asien zu führenden Krieges war seit dem fünften Jahrhundert im griechischen Volke lebendig; wenn die in Korinth versammelten Vertreter der Nation den Beschluss fassten, dem makedonischen Hegemon zum Kriege gegen das Perserreich zu folgen, so konnte diese Motivirung, wie wenig sie auch im Grunde bedeutete, nicht fehlen. Dass Alexander mit anderen Absichten über den Helles-

[1] Sitzungsber. 1892 S. 509f. Julius Beloch, Griechische Gesch. II S. 606 erkennt an, dass der Perserkrieg auf der constituirenden Versammlung des korinthischen Bundesrathes im Herbst 338 nicht beschlossen worden sei, nimmt aber einen Kriegsbeschluss im Herbst des folgenden Jahres an (vergl. Kaerst, Rhein. Mus. 1897 S. 535f.), was mir in keiner Hinsicht zulässig scheint.

[2] Diodor XVII 4. 9 *ἐπειδὴ συνῆλθον οἱ συνεδρεύειν εἰωθότες, διαλεχθεὶς ὁ βασιλεὺς ... ἔπεισε τοὺς Ἕλληνας ψηφίσασθαι στρατηγὸν αὐτοκράτορα τῆς Ἑλλάδος εἶναι τὸν Ἀλέξανδρον καὶ συστρατεύειν ἐπὶ τοὺς Πέρσας ὑπὲρ ὧν εἰς τοὺς Ἕλληνας ἐξήμαρτον*; vergl. XVI 89. 2.

pont gegangen ist, ist selbstverständlich; es erscheint von allgemeingeschichtlichem Standpunkt aus nicht unangemessen, zu erwägen, inwieweit der korinthische Bund an der Eroberung Asiens thatsächlich Theil gehabt und welche Bedeutung Alexander der Cooperation seiner Verbündeten im Kriege beigelegt hat.

Die Rüstungen zu Lande und zu Wasser müssen den Umständen nach, in Griechenland wenigstens, im Winter 335/4 vollzogen worden sein. In der Geschichtsüberlieferung werden die von den Staaten des korinthischen Bundes gestellten Truppen von den Contingenten anderer Alexander kriegspflichtiger Völkerschaften und Stämme, welche mit ihren nationalen Namen bezeichnet werden, als *οἱ σύμμαχοι* unterschieden, was von den Gelehrten, welche über die Zusammensetzung des Heeres und über die Kriegführung Alexander's gehandelt haben, nicht immer genugsam beachtet wird. Wie viel Truppen der Bund zu dem Heere von etwas über 30000 Mann Fussvolk und mehr als 5000 Reitern, mit welchem der maassgebenden Überlieferung zufolge Alexander nach Asien gezogen ist, gestellt hat, steht nicht absolut fest. Nach den bei Diodor überlieferten Angaben über die Zusammensetzung des Heeres hat das bundesgenössische Fussvolk 7000 Mann, die Reiterei 600 Mann gezählt. Die Heeresbeschreibung bei Diodor ist in Einzelheiten ungenau und nicht besonders verbürgt, aber stärker, als Diodor angiebt, können die bundesgenössischen Contingente nicht gewesen sein[1]. Das vom Bunde gestellte Fussvolk sowohl wie die Reiterei steht von Beginn des Krieges an unter einem makedonischen Generalobersten, das Fussvolk unter dem *στρατηγὸς ἐπὶ τοὺς συμμάχους*, die Reiterei unter dem *ἱππάρχης τῶν συμμάχων* nach der als officiell anzusehenden Bezeichnung[2], während die Contingente der einzelnen Städte von ihren heimatlichen Officieren (*ἡγεμόνες*) angeführt werden; der *στρατηγὸς ἐπὶ τοὺς συμμάχους* hat während der Feldzüge in Asien zweimal gewechselt, zuerst hat Antigonos, der spätere Satrap und nachmalige König, die Charge bekleidet. Die thessalische Reiterei von 1500 Mann bildet unter einem makedonischen Oberbefehlshaber ein besonderes Corps; mit Recht hat man daraus geschlossen, dass Thessalien, dessen Bewohner vor der Stiftung des Bundes von Korinth Philipp als Schutzherrn anerkannt hatten, dem Landfriedensbunde nicht angehört hat, was durch anderweitige Nachrichten be-

[1] Droysen hat, von den Heereszahlen Diodor's als unzuverlässig und verwerflich absehend, das bundesgenössische Fussvolk zu nur 5000 Mann angesetzt (Alexander's des Grossen Armee, Hermes 1877 S. 225 = Kl. Schriften II S. 208): aber seine Berechnungen beruhen eingestandenermaassen auf ganz unsicheren Grundlagen.

[2] *Ὁ στρατηγὸς ἐπὶ τοὺς συμμάχους* Arr. *Anab.* I 29. 3 (vergl. III 5. 6); *ὁ ἱππάρχης τῶν ξυμμάχων* III 6. 6.

stätigt wird[1]. Philipp hatte allen Grund, das wegen seiner zahlreichen und vorzüglichen Reiterei auch in militärischer Hinsicht wichtige Grenzland mit den benachbarten, von den Thessalern mehr oder weniger abhängigen Bergstämmen dem neugestifteten Bunde nicht einzuverleiben, sondern unter seiner besonderen Obhut zu behalten. Ohne Zweifel ist von der thessalischen Sammtgemeinde ein dem Kriegsbeschluss des Synedrions von Korinth analoger Beschluss gefasst worden; thessalische Fusstruppen werden in der Armee Alexander's nirgends erwähnt und haben also auch nicht existirt. In der Geschichtsüberlieferung wird das thessalische Reitercorps an einigen Stellen zu den *σύμμαχοι* gerechnet, von denen es sonst correct geschieden wird.

Die Staaten des korinthischen Bundes hätten mit Leichtigkeit das Doppelte von 7000 Hopliten und 600 Reitern für den Nationalkrieg in Asien aufstellen können. Wie und von wem die Stärke der Bundescontingente bestimmt worden ist, ist nirgends überliefert; der Lage der Dinge nach ist anzunehmen, dass Alexander als Bundesfeldherr die Stärke des Gesammtaufgebots zu Fuss und zu Ross normirt und hiernach das Synedrion mit oder ohne ausdrückliche Genehmigung Seitens des Königs die Vertheilung auf die einzelnen Staaten vollzogen hat. Jedenfalls hat es von dem Willen Alexander's abgehangen, dass das Aufgebot nicht stärker gewesen ist; man muss glauben, dass Alexander nicht mehr bundesgenössische Truppen hat haben wollen. Nicht anders wie mit dem Bundesaufgebot verhält es sich mit dem Aufgebot in Thessalien.

Die Flotte, welche sich im Frühjahr 334 in der Strymonmündung versammelt hat zu dem Zwecke, Alexander mit dem Heere über den

---

[1] Nach Diodor XVII 57, 3 *τῶν δὲ προειρημένων ἱππέων τὴν συνεχῆ τάξιν ἐπλήρουν* (in der Schlacht von Gaugamela) *οἱ ἀπὸ Πελοποννήσου καὶ Ἀχαΐας συστρατεύσαντες ἱππεῖς καὶ Φθιῶται καὶ Μαλιεῖς, ἔτι δὲ Λοκροὶ καὶ Φωκεῖς, ὧν ἡγεῖτο Ἐρίγυος ὁ Μυτιληναῖος* (vergl. Curt. IV 13, 29 aus derselben Quelle) muss man annehmen, dass der korinthische Bund nordwärts über die Thermopylen hinaus gereicht und ausser der Malis das phthiotische Achaia umfasst hat; Erigyos ist der *ἱππάρχης τῶν συμμάχων* (Arr. *Anab.* III 6, 5. 11, 10); die Brüder Erigyos und Laomedon waren während der Regierung Philipp's von Mytilene nach Makedonien übergesiedelt und nach der Einwanderung in nahe Beziehungen zum Königshause getreten; in der Liste der Trierarchen der Indosflotte (Arr. *Ind.* 18) ist Laomedon unter den *Μακεδόνες* aufgeführt. Dass bei Diodor neben den Reitern aus Achaia die Phthioten genannt sind, hat seinen Grund in der Unwissenheit dieses Schriftstellers; in Diodor's Vorlage hat *Ἀχαιοὶ Φθιῶται* gestanden (bei Curtius sind die Leute einfach *Achaei* genannt). Vergl. in Betreff der Zugehörigkeit von Achaia zum korinthischen Bunde das Num. Zeitschrift B. XII S. 110 ff. Ausgeführte, wo indess in hergebrachter Weise das phthiotische Achaia irrig mit der thessalischen Theillandschaft Phthiotis vermengt ist. — Thessalien und die *ἐλευθέρα Ἑλλάς* unterschieden mit Beziehung auf die Regentschaft Antipater's Arr. *Anab.* VII 12, 4 (ich finde die merkwürdige Stelle nirgends angeführt).

Hellespont zu bringen und das aegeische Meer zu hüten[1], hat nach sicheren Zeugnissen 160 Trieren gezählt, darunter 20 athenische Schiffe. Arrian bezeichnet die Flotte Alexander's mehr als einmal als τὸ Ἑλληνικὸν ναυτικόν; danach könnte es scheinen, die Flotte habe lediglich aus den Contingenten der Staaten des korinthischen Bundes, ausser Athen der peloponnesischen Seestädte, der Euboeer und der grösseren von den nach der Auflösung des attischen Bundes dem korinthischen Bunde einverleibten Inseln, oder aus diesen und den Schiffen der nicht zum korinthischen Bunde gehörigen und in einem directen Abhängigkeitsverhältniss zu Makedonien stehenden thrakischen Küstenstädte bestanden. Aber es ist undenkbar, dass Alexander von der von seinem Vater gegründeten Flotte keinen Gebrauch gemacht und nur bundesgenössische Schiffe aufgeboten habe. Die von Arrian gebrauchte Bezeichnung wird darin ihren Grund haben, dass auch die von Philipp geschaffene Flotte ihrem Bestande nach eine griechische gewesen ist, insofern als die Schiffsmannschaften aus angeworbenen Griechen bestanden; die Makedonier waren kein Seevolk. Gleichwohl müssen Makedonier auf der Flotte Alexander's gewesen sein. Als in der Zeit nach der Schlacht am Granikos, währenddem Alexander die Stadt Milet zu Lande und zu Wasser blockirte, eine starke persische Flotte in den latmischen Meerbusen einlief, suchte nach dem Bericht Arrian's (*Anab.* I 18, 6) Parmenion den König zu bestimmen, eine Seeschlacht zu liefern, Alexander aber lehnt es ab, weil die feindliche Flotte der seinigen nicht allein numerisch, sondern wegen der nautischen Ausbildung der Phoenikier und Kyprier auch qualitativ überlegen sei, *τήν τε ἐμπειρίαν τῶν Μακεδόνων καὶ τὴν τόλμαν ἐν ἀβεβαίῳ χωρίῳ οὐκ ἐθέλειν παραδοῦναι τοῖς βαρβάροις.* Diese Stelle zwingt meines Bedünkens zu der Annahme, dass die bundesgenössischen Schiffe sowohl wie die königlichen makedonische Soldaten als Besatzung an Bord gehabt haben. Die Stärke der bundesgenössischen Contingente in der Flotte Alexander's lässt sich nicht bestimmen, aber die Thatsache, dass Athen, welches zur Zeit des Ausbruches des Krieges nachweislich mindestens 350 Trieren besessen hat, deren nicht mehr als zwanzig gestellt hat, reicht aus zum Beweis, dass Alexander für den Seekrieg noch geringere Anforderungen an den korinthischen Bund gestellt hat als für den Landkrieg; man kann vermuthen, dass diejenigen Staaten, welche Schiffe gestellt haben, von der Stellung von Truppen dispensirt gewesen sind[2]; eine Gegeninstanz

[1] Dass die Flotte sich in der Mündung des Strymon versammelt habe, ist nur im *Itinerarium Alexandri* (18) berichtet, hat aber alle Wahrscheinlichkeit für sich; über Amphipolis als Kriegshafen Philipp's Sitzungsber. 1891 S. 486.

[2] Dass keine attische Reiterei im Heere Alexander's gewesen, lässt sich aus Arr. II 7, 8 schliessen.

giebt es meines Wissens nicht. Dass die bundesgenössischen Contingente in der Flotte unter einem gemeinsamen Befehlshaber vereinigt gewesen seien, tritt in Nichts zu Tage; den Oberbefehl über die gesammte Flotte führt im ersten Kriegsjahre der Makedonier Nikanor; die Geschwader der einzelnen Staaten sind natürlich von den daheim ernannten Admiralen commandirt worden. Der Sold und die Verpflegung der Flottencontingente sowohl wie der Truppen ist aus der königlichen Kriegscasse bestritten worden (Arr. III 19, 5. I 20 zu Anf.); das würde an sich nicht ausschliessen, dass der korinthische Bund wenigstens in der ersten Zeit eine Kriegscontribution gezahlt hätte; aber eine finanzielle Belastung der Bundesstaaten wird durch nichts bezeugt und scheint hiernach eine solche auch nicht stattgefunden zu haben, obwohl Alexander Anfangs Mühe hatte, die Kriegskosten zu bestreiten. Auf die Gründe, weshalb Alexander nach der Eroberung von Milet die Flotte bis auf einen kleinen Rest, darunter das athenische Geschwader, aufgelöst hat, brauche ich nicht einzugehen. Als nach der Übernahme des Oberbefehls auf der persischen Flotte durch den thatkräftigen Rhodier Memnon Alexander sich im zweiten Kriegsjahre, um nicht von der Verbindung mit Europa abgeschnitten zu werden, genöthigt sah, abermals ein Seeaufgebot zu erlassen, zog sich die Neubildung der Flotte längere Zeit hin, was seinen Grund nur in der Unlust, wenn nicht dem bösen Willen, der Bundesstaaten gehabt haben kann[1].

Dem, was ich in Beziehung auf die Flotte Alexander's ermittelt zu haben glaube, scheint eine Urkunde, der vor einigen Jahren bekannt gewordene Erlass Alexander's, die Gemeinde von Chios betreffend, aus dem Jahr 332[2] in zwei Punkten zu widerstreiten. Aus der Inschrift verbunden mit der litterarischen Überlieferung ergiebt sich, dass im zweiten Kriegsjahre das zum korinthischen Bunde gehörige Chios durch die Ränke der oligarchischen Partei auf der Insel an die Perser gekommen und im nächsten Jahre in Folge einer Erhebung im Demos, welche die neugebildete makedonische Flotte unter dem Admiral Hegelochos dahin führte, nach einer kurzen Belagerung von den Persern wieder frei geworden ist; das Rescript selbst bezieht sich auf die Neuordnung der Verfassung der Chier und ihres Verhältnisses zum korinthischen Bund und dessen Hegemon Alexander. Der zweite Paragraph dieses Schriftstückes lautet: *παρέχειν δὲ Χίους τριήρεις εἴκοσι πεπληρωμένας τοῖς ἀστῶν τέλεσιν,*

[1] Arr. II 2, 3; Curt. III 1, 19 f. (*ex foedere naves sociis imperatae*). Auf die Zeit der Bildung der neuen Flotte ist die Anekdote Plut. *Phoc.* 21 zu Anf. zu beziehen. Nach Curt. IV 5, 14 hat die zweite Flotte ebenso wie die erste 160 Schiffe gezählt; das wäre in gewisser Hinsicht nicht unwichtig. Aber auf die von Curtius genannte Zahl ist kein Verlass; sie wird einfach von der ersten Flotte abstrahirt sein.

[2] Ἀθηνᾶ 1893 zu Anf. mit guten Erläuterungen des Herausgebers Zolotas (*Rev. de philol.* 1893 S. 188).

ταότας δὲ πλεῖν μέχρι ἂν καὶ τὸ ἄλλο ναοτικὸν τὸ τῶν Ἑλλήνων μεθ' ἡμῶν συμπλῇ[1]. Hiernach haben die Chier 20 Trieren mit der Verpflichtung stellen müssen, die Mannschaften bis zur Entlassung der übrigen Bundescontingente — denn das liegt in den Worten μέχρι ἂν καὶ τὸ ἄλλο ναοτικὸν τὸ τῶν Ἑλλήνων μεθ' ἡμῶν συμπλῇ — zu unterhalten. Aber was von Chios gilt, braucht deshalb nicht von den übrigen Bundesstaaten zu gelten; die den Chiern auferlegte Verpflichtung, die Schiffsmannschaften zu verpflegen und zu besolden, und ebenso die verhältnissmässige Stärke des Aufgebotes wird durch die Umstände ausreichend erklärt; es ist zu bedenken, dass die Chier, wenn auch in der Mehrzahl unfreiwillig, Alexander und dem Bunde während des Krieges die Treue gebrochen hatten und zum Feinde übergetreten waren. Wenn ferner in dem Erlass Alexander's die Geschwader der Bundesstaaten zusammen als τὸ ναυτικὸν τῶν Ἑλλήνων bezeichnet sind, so folgt daraus absolut nicht, dass τὸ Ἑλληνικὸν ναυτικόν bei Arrian dasselbe bedeutet, wie sehr man auch auf den ersten Blick versucht sein mag, aus der Übereinstimmung der Namen auf die Identität der Sache zu schliessen. In den korinthischen Bund kann Chios nur nach der Ankunft Alexander's in Kleinasien gekommen sein. Zur Stellung von Schiffen scheinen die Chier damals von Alexander nicht angehalten worden zu sein.

Der Ausfall der Schlacht von Issos und die Auflösung der persischen Flotte machte dem Seekriege im aegeischen Meere ein Ende; auf die Kunde von der Schilderhebung des Spartanerkönigs Agis im Jahre 331 beorderte Alexander die Flotte in die peloponnesischen Gewässer; nach der Unterdrückung des durch Agis hervorgerufenen Aufstandes wird der, in dem auf die Chier bezüglichen Erlass vorausgesehene Fall eingetreten und das ναυτικὸν τῶν Ἑλλήνων entlassen worden sein.

Das Schwergewicht des Krieges lag von Anfang an in Asien. Auch bei einem flüchtigen Durchlesen der vorliegenden Kriegsberichte muss das Zurücktreten der σύμμαχοι auffallen; bildeten doch die bundesgenössischen Fusstruppen, wenn die gestellten Truppen, wie anzunehmen ist, ausschliesslich als Hopliten bewaffnet waren, wenigstens im ersten Kriegsjahr reichlich ein Drittel der gesammten schweren In-

[1] Die ionische Färbung hat der königliche Erlass natürlich bei der Übertragung auf Stein erhalten. Die praecise Kürze des Schriftstückes ist von dem griechischen Herausgeber mit Recht betont worden. Sowohl die Fassung wie der Inhalt, auf welchen hier nicht weiter einzugehen ist, kennzeichnen das Schriftstück als ein Machtgebot Alexander's; dass in der, der vorliegenden Ausfertigung vorangestellten Datirung nach dem Prytanis von Chios die Chier als Adressaten genannt sind, nöthigt keineswegs anzunehmen, dass dasselbe als Schreiben an die Gemeinde von Chios verfasst und nicht vielmehr an den makedonischen Admiral zu weiterer Veranlassung bezw. Ausführung gerichtet gewesen ist.

fanterie Alexander's. Es empfiehlt sich, die drei grossen Feldschlachten von den sonstigen Erwähnungen der Symmachen zu trennen und zunächst diese letzteren in der chronologischen Folge zu durchmustern.

Nach der Einnahme von Sardes entlässt Alexander den von ihm neu ernannten Satrapen des hellespontischen Phrygiens, Kalas, in seine Provinz; da ein Theil des Landes, insbesondere das vom Perserkönige dem Rhodier Memnon verliehene Gebiet, noch nicht unterworfen war, wird dem Kalas ein stärkeres Truppencorps mitgegeben. *Κάλαν δὲ*, heisst es in dem Bericht Arrian's (I 17, 8), *καὶ Ἀλέξανδρον τὸν Ἀερόπου ἐπὶ τὴν χώραν τὴν Μέμνονος ἐκπέμπει, ἄγοντας τούς τε Πελοποννησίους καὶ τῶν ἄλλων ξυμμάχων τοὺς πολλοὺς πλὴν Ἀργείων*. Die Worte *ἄγοντας τούς τε Πελοποννησίους καὶ τῶν ἄλλων ξυμμάχων τοὺς πολλοὺς πλὴν Ἀργείων* sind ungereimt, insofern als die Argiver zu den Peloponnesiern gehören. Es sollte heissen: *ἄγοντας τούς τε Θεσσαλοὺς καὶ τῶν ἄλλων ξυμμάχων τοὺς πολλοὺς πλὴν Ἀργείων*; der Sachverhalt ergiebt sich daraus, dass als Begleiter des Kalas Alexander, der Sohn des Aeropos, genannt ist, der, wie Arrian an einer anderen Stelle (I 25, 2) berichtet, gleichzeitig mit der Bestallung des Kalas zum Satrapen von Phrygien die Charge des Hipparchen der Thessaler übertragen erhalten hat, welche bis dahin von Kalas bekleidet worden war; der Fehler aber kann nicht durch die Annahme einer Verderbniss des Textes erklärt werden, sondern fällt Arrian zur Last, der bedauerlicherweise nur zu oft die nöthige Genauigkeit und Klarheit auch in Angaben über geschichtlich wichtige Dinge vermissen lässt und sich selbst von direct falschen Aussagen nicht frei gehalten hat. Das dem Satrapen von Kleinphrygien für die Übernahme seiner Provinz mitgegebene Truppencorps hat also aus dem thessalischen Reitercorps und den von den Staaten des korinthischen Bundes gestellten Contingenten zu Fuss und zu Ross mit Ausnahme der Argiver bestanden; das Contingent von Argos ist, wie in der Quelle, das über die Entsendung Ausgesagte ergänzend, bemerkt ist, als Besatzung auf der Stadtburg von Sardes geblieben. Dass in dem Bericht Arrian's zwar der Generalcommandeur der Thessaler, nicht aber die Commandeure der beiden Abtheilungen der Bundestruppen genannt sind, verschlägt nichts; verlangt man durchaus nach einer Erklärung, so ist die Annahme gestattet, die beiden Commandeure der Bundestruppen seien vom Könige für die Dauer der Expedition, insbesondere für den Rückmarsch dem Sohne des Aeropos unterstellt gewesen und aus diesem Grunde in der Quelle nicht genannt. Allein es bedarf dessen gar nicht.

Die Kalas zum Zwecke der vollständigen Unterwerfung seiner Provinz übergebenen Truppen müssen zur Zeit der Belagerung von Halikarnass, wenn nicht schon früher wieder zum Heere gestossen sein.

Als Alexander nach der Erstürmung von Halikarnass den beschwerlichen Feldzug nach Lykien und Pamphylien antritt, schickt er Parmenion mit dem grossen Tross und mit einer Hipparchie makedonischer Hetären, den thessalischen Reitern und den Bundestruppen als Bedeckung nach Sardes[1]; Parmenion sollte in Lydien überwintern und im Frühjahr im binnenländischen Phrygien wieder mit dem Könige zusammentreffen, was dann auch geschehen ist. Dem scheint entgegenzustehen, dass, wie Arrian an einer späteren Stelle (I 29, 3) berichtet, Alexander nach der Ankunft in Kelainai in Grossphrygien vor der Wiedervereinigung mit Parmenion den Antigonos, der im ersten Kriegsjahr den Oberbefehl über die Bundestruppen zu Fuss geführt hat, zum Satrapen des Landes ernennt. Ein unlöslicher Widerspruch liegt hier nicht vor. Man muss sich erinnern, dass Kelainai in der persischen Zeit wie auch später noch die Hauptstadt von Grossphrygien und der Sitz des Satrapen war: in der Provinzialhauptstadt angekommen, bestimmt Alexander den mit Parmenion noch abwesenden Antigonos zum Satrapen und giebt ihm zu gleicher Zeit einen Nachfolger in der Charge des *στρατηγὸς ἐπὶ τοὺς συμμάχους*, wie dies von Arrian berichtet wird. Man braucht also weder zu dem nicht unbedenklichen Auskunftsmittel zu greifen, Antigonos habe in Karien seine Truppe verlassen und sei mit dem Könige gezogen, noch eine, an und für sich ja nicht ausgeschlossene Ungenauigkeit in der Darstellung Arrian's zu statuiren.

Nachdem Alexander den Tauros überschritten hat und in Kilikien eingerückt ist, schickt er, da ihm daran liegt, das Land vollständig zu unterwerfen, Parmenion mit einer combinirten Division, bestehend aus den Bundestruppen zu Fuss, den griechischen Söldnern, den thrakischen Schützen und den thessalischen Reitern, voraus, die syrischen Pässe zu besetzen[2]. Der Sieg von Issos macht ihn zum Herrn von Koilesyrien; als der neuernannte Satrap in seine Provinz abgeht, führt er die bundesgenössische Reiterei (*τοὺς τῶν ξυμμάχων ἱππέας* Arr. I 13, 7) mit sich.

Eine indirecte Erwähnung der bundesgenössischen Truppen findet sich in dem Bericht über Alexander's Aufenthalt in Aegypten. Da Balakros, der Nachfolger des Antigonos im Commando über die Bundestruppen zu Fuss, als Strateg in Aegypten bleiben soll, wird er in seiner bisherigen Charge durch den Makedonier Kalanos ersetzt (Arr. III 5, 6). Daraus folgt unmittelbar nicht allein, dass die Bundestruppen zu Fuss mit Alexander in Aegypten eingezogen, sondern ebenso auch, dass sie mit ihm wieder aus dem Lande abgezogen sind.

---

[1] Arr. I 24, 3 *Παρμενίωνα δὲ πέμπει ἐπὶ Σαρδέων, δοὺς αὐτῷ τῶν τε ἑταίρων ἱππαρχίαν καὶ τοὺς Θετταλοὺς ἱππέας καὶ τοὺς ἄλλους ξυμμάχους καὶ τὰς ἁμάξας* (die vollere Bezeichnung III 24, 6 *ξὺν τοῖς σκευοφόροις καὶ ἁμάξαις*) *ἄγειν*.

[2] *δοὺς αὐτῷ τῶν τε ξυμμάχων τοὺς πεζοὺς καὶ τοὺς Ἕλληνας τοὺς μισθοφόρους καὶ τοὺς Θρᾷκας ὧν Σιτάλκης ἡγεῖτο καὶ τοὺς ἱππέας τοὺς Θετταλούς* Arr. II 5, 1.

Ich bin an der Stelle angekommen, wo ich auf die Berichte über die drei Feldschlachten, in denen über die Existenz des Perserreiches entschieden worden ist, eingehen muss. Fasst man diesen Bericht mit Rücksicht auf die Betheiligung der griechischen Bundestruppen in's Auge, so stösst man auf ein Problem, welches einer Lösung zu spotten scheint. Während die numerisch unbedeutende Bundesreiterei bezeugtermaassen am Granikos, bei Issos und Gaugamela jedes Mal an der Seite des thessalischen Reitercorps auf dem linken, dem sogenannten Defensivflügel mitgekämpft hat, kommt in den detaillirten, in allem Wesentlichen übereinstimmenden Beschreibungen der makedonischen Aufstellung in den drei Schlachten das bundesgenössische Fussvolk nicht vor, ohne dass der Grund ersichtlich ist. Das Fehlen der Bundestruppen zu Fuss in den Schlachtberichten ist verschieden erklärt worden. Rüstow und Köchly in ihrer Darstellung des griechischen Kriegswesens haben angenommen, von den sechs Regimentern (τάξεις) schwerer Infanterie, welche am Granikos, bei Issos und Gaugamela das Centrum der makedonischen Schlachtlinie gebildet haben und gemeiniglich als makedonisch bezeichnet werden, hätten einige thatsächlich aus Nichtmakedoniern, speciell aus griechischen Bundestruppen bestanden. Haltbar ist diese Annahme in keiner Hinsicht, wie öfter bemerkt worden ist; es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die sechs τάξεις, welche in der Überlieferung mit den Namen ihrer stehenden Commandeure genannt werden, sammt und sonders aus makedonischen Pezetairen bestanden haben.

Eine andere Ansicht hat Droysen[1] aufgestellt. Nach Droysen sind die bundesgenössischen Fusstruppen (und ausser diesen die griechischen Söldner, die wenigstens in den Berichten über die Schlacht am Granikos auch nicht vorkommen) von Alexander bei der Aufstellung *en bataille*, obwohl in der übrigen Zeit unter besonderem Commando stehend, in kleineren Abtheilungen mit den einzelnen Pezetairenregimentern taktisch vereinigt worden. Hiernach hätte Alexander die Bundestruppen in den Schlachten subsidiarisch zur Verstärkung der makedonischen Regimenter verwendet. Ich vermag nicht zu beurtheilen, wie schwer die von militärisch-technischem Gesichtspunkt aus wegen der Verschiedenheit der Bewaffnung gegen die Hypothese Droysen's erhobenen Bedenken[2] in's Gewicht fallen; aus der Überlieferung lässt sich dieselbe nicht begründen, vielmehr scheint ihr wenigstens eine Stelle direct zu widersprechen[3].

[1] Hermes 1877 S. 244 ff.

[2] Hans Droysen, Untersuchungen über Alexander des Grossen Heerwesen, S. 70f.

[3] Arr. II 10. 7 in dem Bericht über die Schlacht bei Issos (angeführt von Krause, Hermes 1888 S. 527).

Eine von den Aufstellungen der beiden genannten Verfasser des Buches über das griechische Kriegswesen sowie Droysen's fundamental verschiedene Lösung des vorliegenden Problems hat A. Krause in einem seiner Beiträge zur Alexander-Geschichte[1] gegeben. In diesem Aufsatz ist ausgeführt, das Heer Alexander's sei thatsächlich in zwei Armeen zerfallen: die Feldarmee und die Occupationsarmee. Die Occupationsarmee habe die Besatzungen in den neugewonnenen Gebieten gestellt bis zu dem Zeitpunkt, wo die von Alexander eingesetzten Satrapen der einzelnen Provinzen durch Aushebung oder Werbung eine Militärmacht zur Aufrechterhaltung der Ordnung und Sicherheit gebildet hatten; zu den Actionen auf dem jeweiligen Kriegsschauplatz seien die Truppen des Occupationsheeres nur aushülfsweise herangezogen worden. Zu dem Occupationsheer werden die griechischen Bundestruppen, zu der Feldarmee vor allen die Nationalmakedonier gerechnet. Den Ausführungen Krause's liegt unstreitig ein richtiger Gedanke zu Grunde, wenn auch die von ihm daraus gezogene Consequenz, die Scheidung des gesammten Heeres in zwei Armeen, sich nicht bewahrheitet; die Rechnung geht nicht auf; während die Bundestruppen zu Pferde am Granikos, bei Issos und Gaugamela mit gekämpft haben, kommen andererseits als Besatzungstruppen auch Makedonier vor[2]. Aber eine vollständige Lösung des bezeichneten Problems wird auch auf diesem Wege nicht erzielt. Das Problem wird dadurch verschärft, dass, wenn die Bundestruppen zu Fuss in den drei entscheidenden Schlachten nicht mitgekämpft haben, sie nach der Überlieferung gleichwohl in nicht grosser Entfernung von dem jedesmaligen Schlachtfelde, wenn nicht in der unmittelbaren Nähe desselben gestanden haben müssen. Der Annahme Krause's zufolge hat Alexander nach der Ankunft in Kilikien die Bundesinfanterie mit Rücksicht auf den bevorstehenden Zusammenstoss mit der persischen Reichsarmee schleunig aus den Garnisonen zusammengezogen. Alexander muss die Bundestruppen, nachdem er sie mit anderen Heerestheilen unter Parmenion zur Besetzung der syrischen Pässe vorausgeschickt hatte, bei der Ankunft in den Pässen vorgefunden haben; da die Bundestruppen zu Fuss in den Berichten über die Schlacht bei Issos nicht vorkommen, hat Krause statuirt, sie seien, als Alexander gegen die hinter seinem Rücken in der Ebene von Issos eingezogenen Perser marschirte, als Besatzung in den Pässen geblieben,

[1] Hermes 1890 S. 68 ff.

[2] In Babylon bleiben nach Diodor XVII 64, 5 und Curtius V 1, 43 700 Makedonier als Besatzung. Aus Arr. III 16, 4 ergiebt sich bloss, dass Truppen in Babylonien geblieben sind; ein triftiger Grund, zu bezweifeln, dass Makedonier dabei gewesen sind, liegt nicht vor (vergl. Droysen, Geschichte Alexander's [2] S. 348).

um die wichtige Position gegen feindliche Angriffe zu schützen; man sieht freilich nicht recht ein, von wo der abzuwehrende Angriff, nachdem das persische Heer den Amanus überstiegen hatte und in Kilikien eingerückt war, hätte kommen können. Das Fehlen der Bundesinfanterie bei Gaugamela erklärt sich nach Krause's Aufstellungen daraus, dass Alexander auf dem Marsche nach Mesopotamien die mit ihm aus Aegypten abgezogenen Bundestruppen in dem im Vorjahre in die Verwaltung übernommenen Syrien in Garnison gelegt habe. Wenn am Granikos die bundesgenössischen Contingente nicht mit dabei gewesen sind, so kann sie Alexander wohl nur zur Besetzung der hellespontischen Städte verwendet gehabt haben. Allerdings muss man sich fragen, ob, solange die makedonische Flotte im Hellespont lag, eine starke Besetzung des Küstenlandes geboten war. Es macht in der Sache keinen wesentlichen Unterschied, ob man sagt, Alexander hat die Bundestruppen als Besatzungen am Hellespont, in den Pässen südwärts von Issos und in den Städten Syriens gelassen, oder ob man sagt, er hat sie nicht mit in der Schlachtlinie aufrücken lassen und in der Reserve gehalten.

Die Bundestruppen sind mit den Makedoniern in Persepolis, der alten nationalen Hauptstadt des Volkes, welches zwei Jahrhunderte hindurch in Asien geherrscht hatte, eingezogen. Als Alexander nach der Unterwerfung des Bergvolkes der Uxier den Marsch gegen die Persis antritt, folgt der Tross mit den Bundesgenossen, den Thessalern und anderen Truppen unter Parmenion der grossen Heerstrasse[1], während der König mit dem übrigen Heere den kürzeren Weg durch das Gebirgsland einschlägt. Die Einäscherung der Königspaläste von Persepolis hat sich hiernach in Beisein und vor den Augen der griechischen Bundestruppen im engeren und weiteren Sinne vollzogen. Die Überlieferung über dieses Ereigniss liegt wenigstens äusserlich im Klaren. Nach der bei Arrian vorliegenden, bei Plutarch wenigstens angedeuteten Tradition hat Alexander trotz des Abrathens Parmenion's beschlossen, die Königspaläste in Brand stecken zu lassen, um die Verwüstung der griechischen Heiligthümer durch die Perser zu vergelten; nach der romanhaften Darstellung, welche in der Vulgata jene verdrängt hat, ist er, bei Gelegenheit eines Gelages, in der Trunkenheit von einer athenischen Hetäre dazu angereizt worden. Die Verbrennung der persischen Königsburg hat schon im Alterthum Anstoss erregt, wie in der Geschichte von der Hetäre Thais indirect ausgesprochen ist; der nüchterne Arrian, der diese Erzählung als unglaub-

[1] Arr. III 18, 1 *τὰ μὲν σκευοφόρα καὶ τοὺς Θεσσαλοὺς καὶ τοὺς ξυμμάχους καὶ τοὺς μισθοφόρους τοὺς ξένους καὶ ὅσοι ἄλλοι τοῦ στρατεύματος βαρύτερον ὡπλισμένοι ξὺν Παρμενίωνι ἐκπέμπει κτλ.*

würdig mit Stillschweigen übergangen hat, erklärt die Brandstiftung für eine unvernünftige That, die er nicht billigen könne. Zu den verlässlich bezeugten Thatsachen ist zu rechnen, dass die Einäscherung keine vollständige gewesen und dass der Brand bald gelöscht worden ist[1]. Die moderne Alexandergeschichte ist meist bei dem Rachemotiv stehen geblieben. Niebuhr hat in der Einäscherung der persischen Paläste, seiner Beurtheilung Alexander's gemäss, einen Act der Barbarei des Königs gesehen, welcher durch die Berufung auf die Frevel der Perser in Griechenland beschönigt worden sei. Statt der herkömmlichen Anschauung hat neuerdings die meines Wissens zuerst von Theodor Nöldeke (Aufsätze zur pers. Gesch. S. 83 f.) bestimmt ausgesprochene Ansicht Aufnahme gefunden, die Einäscherung der Königsburg von Persepolis sei auf die Gemüther der Asiaten berechnet gewesen, welchen der endgültige Sturz der persischen Herrschaft habe zum Bewusstsein gebracht werden sollen. In der Überlieferung ist dieses Motiv nicht angedeutet; vielmehr lässt Arrian Parmenion den König von seinem Vorhaben mit Rücksicht auf die Perser abrathen, weil die Perser die Einäscherung der *βασίλεια* so deuten würden, als wenn Alexander es auf eine dauernde Eroberung nicht abgesehen habe.

Vielleicht kann uns ein Ereigniss, welches in dieselbe Zeit fällt wie der Brand von Persepolis, über diesen aufklären. Von Persis zieht Alexander nach mehrmonatlichem Aufenthalte auf die Kunde, dass Dareios damit beschäftigt sei, ein Heer zu versammeln, nach Medien; da er seinen Gegner nicht mehr in Ekbatana vorfindet, ordnet er das Nöthige für die militärische Besetzung und für die Verwaltung des Landes an; zu gleicher Zeit entlässt er die Bundestruppen mitsammt den Thessalern in die Heimath. Den Abziehenden ist die Löhnung bis zur Ankunft in Griechenland (*ὁ ἐντελὴς μισθός*, Arr. III 19, 5 ff.) und ausserdem eine Gratification im Gesammtbetrag von 2000 Talenten ausgezahlt, der nicht lange vorher eingesetzte Generalcommandant in den syrischen Küstenländern, Menes, ist angewiesen worden, die entlassenen Mannschaften auf Kriegsschiffen nach Euboea überführen zu lassen[2]. Ein Theil der Thessaler ist nicht mit abgezogen und mit der Genehmigung Alexander's in den königlichen Dienst getreten; die

[1] Arr. III 18, 10 ff. Plut., *Alex.* 38. Kurz und bündig Strabo XV 730 *ἐνέπρησε δὲ ὁ Ἀλέξανδρος τὰ ἐν Περσεπόλει βασίλεια τιμωρῶν τοῖς Ἕλλησιν, ὅτι κἀκείνων ἱερὰ καὶ πόλεις οἱ Πέρσαι πυρὶ καὶ σιδήρῳ διεπόρθησαν.*

[2] Arr. III 19, 5 ff. (*ἐλθὼν δὲ ἐς Ἐκβάτανα Ἀλέξανδρος τοὺς μὲν Θεσσαλοὺς ἱππέας καὶ τοὺς ἄλλους ξυμμάχους ἀποπέμπει κτλ.*) und c. 29, 5. Bei Diodor XVII 74, 3 ist die Verabschiedung der griechischen Bundestruppen nach dem Tode des Dareios berichtet (vergl. Curt. VI 2, 17 und Plut. *Alex.* 42). — Die Entlassung der *σύμμαχοι* ist auch in dem neugefundenen Stück der parischen Marmorchronik notirt (Mitth. des arch. Inst. 1897 S. 187).

im Frühling 330 als Söldner im Heer gebliebenen Thessaler sind im nächsten Jahr nach der Ankunft am Oxos von Alexander ebenfalls nach Hause geschickt worden. Es scheint evident, dass die beiden Ereignisse, der Brand von Persepolis und die Entlassung der Bundestruppen, in einem inneren Zusammenhang gestanden haben, der in der Geschichtsüberlieferung nicht ausgesprochen ist; Alexander hat den Rachekrieg, den zu führen er sich dem korinthischen Bund gegenüber verbindlich gemacht hatte, als zu Ende geführt angesehen wissen wollen, was die Verabschiedung der bundesgenössischen Contingente in sich schloss. Die Einäscherung der Königspaläste ist nach den Andeutungen bei Arrian und Plutarch in die letzte Zeit des Aufenthaltes Alexander's in der Persis zu setzen: von Ekbatana aus konnten die aus dem Heeresverband entlassenen Bundesgenossen auf dem directen Wege über die Pässe des Zagros die syrische Küste erreichen[1]. Die aus Asien heimgekehrten Mannschaften der boeotischen Stadt Thespiai haben in dem Zeusheiligthum ihrer Stadt nach hellenischem Brauch ein Weihgeschenk gestiftet, dessen Inschrift auf litterarischem Wege auf uns gekommen ist; das Epigramm lautet wörtlich (*Anthol. palat.* VI 344):

Θεσπιαὶ εὐρύχοροι πέμψαν ποτὲ τούσδε σὺν ὅπλοις
τιμωροὺς προγόνων βάρβαρον εἰς Ἀσίην,
οἳ μετ' Ἀλεξάνδρου Περσῶν ἄστη καθελόντες
στῆσαν Ἐριβρεμέτῃ δαιδάλεον τρίποδα.

Die Namen der Stifter des Weihgeschenkes hat der Copist nicht mit abgeschrieben. Diese Männer bezeugen, dass sie unter der Führung Alexander's die Vorfahren durch den Brand von Persepolis gerächt haben; die Beziehung der Worte *Περσῶν ἄστη καθελόντες* auf die Einäscherung der persischen Königsburg hat für keinen Zeitgenossen zweifelhaft sein können. Das Kriegsprogramm, welches in Korinth im Herbst 336 von Alexander oder einem der für die makedonische Politik gewonnenen Mitglieder des Bundesrathes formulirt worden war, war erfüllt.

Nach diesen grundlegenden Erörterungen kann der Versuch gemacht werden, die Gedanken, welche Alexander geleitet haben, aufzuweisen. Politische wie militärische Gründe mussten Alexander bestimmen, den korinthischen Bund zum Kriege in Asien heranzuziehen,

[1] Hans Droysen, Als. Heerwesen S. 53 lässt die verabschiedeten Bundestruppen über Susa, also auf demselben Wege, auf welchem das Heer gekommen war, nach der Meeresküste ziehen; das ist nicht überliefert, ist aber auch nicht zulässig. Menes ist von Alexander in Susa im Spätherbst 331 zum Hyparchen in den syrischen Ländern ernannt worden (Arr. III 16. 9) und muss im folgenden Frühling längst auf seinen neuen Posten abgegangen gewesen sein. Die Depesche an Menes hat natürlich Epokillos, der den Auftrag hatte, mit einem Reitercommando die entlassenen Truppen bis zur Meeresküste zu geleiten, bei sich getragen. Arr. IV 7. 2 beweist keineswegs, dass Epokillos mit den Bundestruppen und seinen übrigen Begleitern nach Susa gekommen ist.

zu gleicher Zeit aber davon abhalten, in dem Aufgebot in numerischer Hinsicht über ein gewisses Maass hinauszugehen. Ein starkes Bundesheer hätte Alexander leicht in mehrfacher Beziehung unbequem werden können. Der Krieg musste, wenn er seinen Zweck erfüllen sollte, wesentlich als ein makedonischer geführt werden; auf ein gewisses Maass beschränkt, konnten die Bundescontingente als eine Bürgschaft der Ruhe in Griechenland gelten. Dass derartige Erwägungen in Pella angestellt worden sind, ist nicht zu bezweifeln; das von Trogus Pompejus und bei Diodor über die Vorbereitungen zum Krieg und die Berathungen Alexander's mit seinen Vertrauten Berichtete erweist sich leider bei näherer Betrachtung als Spreu und beweist nur, dass die Späteren sich der Lücke in der authentischen Überlieferung bewusst und bestrebt gewesen sind, dieselbe auszufüllen.

Was die Verwendung der Bundestruppen im Kriege anbetrifft, so ist zwischen der Reiterei und dem Fussvolk zu scheiden; während das kleine Reitercorps an den drei Feldschlachten unter seinem makedonischen Oberbefehlshaber selbständig Theil genommen hat, ist das Fussvolk von Alexander zu den grossen Actionen gar nicht oder nach der Hypothese Droysen's wenigstens nur zur Verstärkung der makedonischen Regimenter zugezogen, im Übrigen für den Besatzungsdienst, als Bedeckung und bei der Lösung kleinerer Aufgaben im Kriege verwendet worden. Man muss urtheilen, dass Alexander die Leistungsfähigkeit der griechischen Bürgermilizen vergleichsweise gering veranschlagt oder dass er dem Geiste der Truppen misstraut hat; vermuthlich ist Beides zusammengetroffen; hat man doch, wie gelegentlich zu Tage tritt, im königlichen Hauptquartier nicht ein Mal den Thessalern unbedingt getraut, obwohl der makedonische Einfluss in Thessalien am frühesten und am tiefsten Wurzel geschlagen hatte (Arr. I 25, 5). Wenn Alexander gleichwohl die Bundesreiterei in den drei Schlachten neben der thessalischen hat aufrücken lassen, so wird dies dadurch vollständig erklärt, dass die Stärke der persischen Heere von jeher in der Reiterei lag. Der einzige Nachschub, den Alexander, soviel bekannt ist, aus dem Bundesgebiet erhalten hat, sind die 150 elischen Reiter, die im Frühling 333 zusammen mit 200 thessalischen Reitern und einem makedonischen Aufgebot zu Fuss und zu Ross in Gordion zum Heere gestossen sind (Arr. I 29. 4). Ein von Alexander direct oder indirect erlassenes Bundesaufgebot hat damals offenbar nicht stattgefunden; es ist zu vermuthen, dass die 150 Eleer unter Alkias als Freiwillige nach Asien gegangen sind. Personal für die Verwaltung der in Asien eroberten Länder haben die Staaten des korinthischen Bundes nicht gestellt.

Nachdem sich Alexander zum Herrn der Kernländer der persischen Monarchie gemacht hatte, standen ihm in unbeschränktem Maasse Mittel

für die Fortsetzung des Eroberungskrieges zu Gebote. Die noch ausstehende Unterwerfung der ostiranischen Länder erforderte eine Umgestaltung des Heeres, welche wesentlich auch auf der Einstellung asiatischer Truppen beruhte. Die griechischen Bundescontingente hatten die Bedeutung, welche sie in den ersten Kriegsjahren für Alexander gehabt hatten, verloren. Eine antimakedonische Erhebung in Griechenland war, nachdem der von dem König Agis angefachte Aufstand auf den Peloponnes beschränkt geblieben und hier von Antipater unterdrückt worden war, nicht mehr zu besorgen. Die Schlacht bei Megalopolis ist, wie neuerdings gezeigt worden ist, gleichzeitig mit der Schlacht von Gaugamela im Herbst 331 geschlagen worden; Alexander wird die Siegesbotschaft des Regenten Antipater im Laufe des Winters erhalten haben[1]. Er beschloss, sich der griechischen Bundestruppen zu entledigen und den 5 Jahre vorher in Korinth beschlossenen Rachekrieg durch einen augenfälligen Act abzuschliessen; ob der Brand von Persepolis daneben auch den Zweck gehabt hat, auf die Asiaten zu wirken, will ich nicht entscheiden. Wenn ich mich nicht irre, so ist die geniale Sicherheit und Consequenz, welche Alexander vom Tage der Thronbesteigung an als Regent und Heerführer an den Tag gelegt hat, auch in der Heranziehung und Verwendung der griechischen Contingente in dem Kriege in Asien zu erkennen. Panhellenische Tendenzen sind bei Alexander so wenig vorauszusetzen wie bei Philipp; Philipp und Alexander waren makedonische Könige und konnten als solche nur das Machtinteresse der makedonischen Monarchie als leitenden Gesichtspunkt im Auge haben. Von der ganz unhistorischen Vorstellung, Makedonier und Griechen hätten sich im vierten Jahrhundert oder später, wenn auch nur in grösseren Minoritäten, als Eins gefühlt, muss man sich ein für alle Mal frei halten; politisch hervorragende Makedonier wie die genannten Könige und die meisten der Diadochen konnten die Griechen als Nation nur verachten, wenn sie auch die griechische Bildung, die sie mehr oder weniger theilten, schätzten und bewunderten. Zu allen Zeiten der Geschichte haben kräftige, von einem starken nationalen Bewusstsein getragene Völker auf andere, auch geistig höher stehende und civilisirtere Völker herabgesehen. Ein stolzeres und selbstbewussteres Volk als die Makedonier in den Zeiten Alexander's hat es vielleicht nie gegeben.

[1] Alexander kann die Bundestruppen nur nach Hause geschickt haben, nachdem er die Kunde von der Beendigung des Krieges im Peloponnes erhalten hatte. Die von Niese aus der Überlieferung erschlossene Ansetzung der Schlacht von Megalopolis wird durch den im Frühling 330 erfolgten Abzug der Bundescontingente bestätigt.

Ausgegeben am 10. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.

VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

10. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Weinhold las: Über die Verehrung der Quellen in Deutschland. (Abh.)

Der erste Abschnitt behandelt die Entstehung der Quellen nach Mythe und Sage; der zweite die göttlichen und heiligen Wesen, die man in den Quellen wohnend und wirkend glaubte; der dritte die Arten der Verehrung der heiligen Stätten.

2. Hr. Landolt überreichte die zweite Auflage seines Werkes: Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und dessen praktische Anwendungen. Braunschweig. F. Vieweg & Sohn. 1898.

3. Die Kgl. Serbische Gesandtschaft in Berlin übersendet als Geschenk Sr. Maj. des Königs Alexander von Serbien die Facsimileausgabe des Evangeliums des Fürsten Miroslaw.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied ihrer physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Rudolf Leuckart in Leipzig am 6. Februar durch den Tod verloren.

Ausgegeben am 24. Februar.

1898.
IX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

---

17. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Harnack las: Die Akademie und Fichte.

Ausgegeben am 24. Februar.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

1898.

X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

17. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schwarz trug die Grundgedanken eines von ihm aufgefundenen Beweises für einen Weierstrass'schen Lehrsatz vor.

Wenn die obere Grenze x des Integrals eines algebraischen Differentialausdrucks eine endlichvieldeutige Function des Integralwerths u ist, so ist dieselbe eine elliptische Function im weitern Sinne. Mit anderen Worten: Wenn ein particuläres Integral $x = \phi(u)$ einer algebraischen Differentialgleichung erster Ordnung, in welche das Argument u explicite nicht eingeht, eine endlichvieldeutige Function ihres Arguments ist und u, v zwei von einander unabhängige veränderliche Grössen bezeichnen, so besteht zwischen je drei Werthen $\phi(u)$. $\phi(v)$. $\phi(u+v)$ eine algebraische Gleichung, deren Coefficienten von den Grössen u, v nicht abhängen.

2. Hr. Vogel machte eine Mittheilung über den Kirchhoff-schen Spectralapparat.

Dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam ist zu Anfang dieses Jahres von dem vorgeordneten Königlichen Ministerium der Apparat, den G. Kirchhoff in den Jahren 1860 und 1861 zu seinen Untersuchungen über das Sonnenspectrum benutzt hat, geschenkweise überwiesen worden. Kirchhoff hat denselben nur ganz kurz beschrieben: das grosse historische Interesse, welches der Apparat durch seine Untersuchungen erlangt hat, veranlasste den Verfasser, Ergänzungen zu der Beschreibung des, bei der Vorzüglichkeit seiner optischen Theile noch heute gut verwendbaren, Instruments zu geben.

3. Hr. Koenigsberger, correspondirendes Mitglied, übersendet eine weitere Fortsetzung seiner Mittheilung vom 13. Januar: Über das erweiterte Princip der Erhaltung der Flächen und dessen Anwendung auf kinetische Potentiale erster Ordnung.

Der Verfasser gibt eine Erweiterung des Princips der Erhaltung der Flächen auf kinetische Potentiale beliebiger Ordnung, ohne eine Trennung der actuellen und potentiellen Energie vorauszusetzen, und wendet das gefundene Theorem zur Herleitung des Satzes an, dass die Integration aller Bewegungsgleichungen, denen ein von der Entfernung, deren Ableitung und der Geschwindigkeit abhängiges kinetisches Potential erster Ordnung zu Grunde liegt, auf einfache aus dem kinetischen Potential zu-

sammengesetzte Quadraturen zurückführbar ist. Daraus wird die Bewegung eines ausserhalb oder innerhalb eines concentrischen Kugelringes gelegenen Punktes hergeleitet, der von den Massenelementen des Ringes nach dem Weber'schen Gesetze angezogen wird.

4. Hr. Klein übergab zwei im Jahrbuch der Königl. preuss. geologischen Landesanstalt, 1892 und 1897, erschienene Abhandlungen des Hrn. Prof. Dr. F. Rinne in Hannover über norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser u. s. w., welche die Resultate der vom Verf. mit akademischen Mitteln ausgeführten Untersuchungen enthalten.

Einige Bemerkungen über den KIRCHHOFF'schen Spectralapparat.

Von H. C. VOGEL.

Dem Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam wurde zu Anfang dieses Jahres seitens des vorgeordneten Königlichen Ministeriums ein sehr werthvolles Geschenk zu Theil, nämlich der von G. KIRCHHOFF zu seinen berühmten Untersuchungen über das Sonnenspectrum benutzte grosse Spectralapparat.

In den am 11. Juli 1861 der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin von Hrn. MAGNUS vorgelegten, in den Abhandlungen derselben zum Abdruck gelangten Untersuchungen KIRCHHOFF's ist der Apparat beschrieben und abgebildet worden. Während KIRCHHOFF eingehend über die Anordnung der Beobachtungen, die Aufstellung der Prismen und die Justirung derselben spricht, ist die Beschreibung des Apparates selbst, vielleicht im Hinblick auf die recht gute Abbildung und die grosse Einfachheit desselben, sehr knapp bemessen. Abweichungen in den Beschreibungen des Instruments in den verschiedenen Lehrbüchern zeigen jedoch, dass seine Eigenthümlichkeiten nicht sicher bekannt sind, und ich glaube, in Anbetracht der grossen historischen Bedeutung, die der Apparat durch die KIRCHHOFF'schen Untersuchungen erlangt hat, dass die Ergänzungen zu der von KIRCHHOFF gegebenen Beschreibung, die ich hier folgen lasse, besonders aber die Angaben über die Brechungsverhältnisse des zu den Prismen verwendeten Glases, die bisher gänzlich fehlten, sowie einige Bemerkungen über die Leistungen des nunmehr bald vier Decennien alten Instruments im Vergleich zu neueren Instrumenten nicht ohne Interesse sein dürften.

Mit einer plan abgedrehten kreisrunden Gusseisenplatte von 68^{cm} Durchmesser, die auf der unteren Seite durch 6 Rippen verstärkt ist, ist das Collimatorrohr mit einem Objectiv von 50^{cm} Brennweite und 42^{mm} freier Öffnung in der Weise fest verbunden, dass die optische Axe desselben in einem Abstand von 46^{mm} parallel der Oberfläche der grossen runden Platte liegt, ihre Projection auf dieselbe aber eine Sehne bildet, deren Abstand von dem Mittelpunkt der Platte 115^{mm} beträgt. Das Rohr wird nahe in der Mitte durch einen Ring gehalten, der am Rande

der Eisenscheibe aufgeschraubt ist, und es steht in Folge dessen etwas mehr als zur Hälfte über der Scheibe. Der Spalt ist aus Messing gearbeitet mit einer durch eine Mikrometerschraube beweglichen Backe. Der feststehenden Spaltbacke kann eine geringe Drehung gegeben werden, um die Spaltschneiden einander parallel zu stellen. Die Einrichtung ist aus der Abbildung, die Kirchhoff gegeben hat, sehr deutlich zu ersehen. Das auf derselben angegebene Vergleichsprisma ist nicht mehr vorhanden.

Von denselben Dimensionen wie der Collimator ist das Beobachtungsfernrohr. Es ist auf einem starken Lineal von Messing, welches von der Mitte zur Peripherie der kreisförmigen Grundplatte des Apparats reicht und sich um eine durch den Mittelpunkt derselben gehende, etwa 5^{cm} lange Axe drehen lässt, einen spitzen Winkel mit dem Lineal bildend, verbunden, und zwar so, dass es, um eine horizontale Axe drehbar, auf- und niederbewegt werden kann und dass ausserdem eine seitliche Parallel-Verschiebung in den Axen-Lagern von etwa 2^{cm} zu beiden Seiten von der Mittellage in der Richtung der Axe möglich ist. Der Winkel, den das Rohr mit dem die Führung zu einer kreisförmigen Bewegung des Fernrohrs gebenden Lineal in der Ebene der Drehung unveränderlich einschliesst, ist so bemessen, dass in der Mittellage des Fernrohrs der Abstand der Projection der optischen Axe desselben auf die Scheibe vom Mittelpunkt ebenso gross ist, wie der des Collimators (115^{mm}). Dreht man das Fernrohr so, dass Collimator und Fernrohr nach entgegengesetzten Richtungen zeigen, so stehen sich die Objective beider Rohre genau gegenüber, und die optischen Axen können in eine Gerade gebracht werden, was für die genaue Justirung der Rohre und die Einstellung des Spaltes in den Brennpunkt des Collimatorobjectives erforderlich ist.

Der Abstand des Collimator- und des Beobachtungsrohres von der Drehungsaxe ist durch die Anzahl der Prismen und die Grösse der Dispersion derselben bestimmt (drei Prismen mit brechendem Winkel von 45°, ein Prisma mit 60°), gilt aber nur für die Stellung der Prismen im Minimum der Ablenkung für eine Strahlengattung, und zwar in der Mittellage des Rohrs, wie ich ermittelt habe, für die Natriumlinien. Werden die Prismen auf das Minimum der Ablenkung für eine Linie geringerer oder für eine Linie von grösserer Brechbarkeit gestellt, so wird der Prismenzug einen grössern oder kleinern Kreis darstellen, und dieser Veränderung trägt man durch die angegebene seitliche Verschiebung des Beobachtungsrohres zwischen den Axenlagern auf eine überaus leichte Weise Rechnung, indem es dadurch möglich ist, das Beobachtungsrohr stets so zu stellen, dass der aus dem letzten Prisma austretende Strahlenkegel vom Objectiv desselben voll aufgenommen wird.

Das Beobachtungsfernrohr hat ein Ocular, welches eine 20fache Vergrösserung gibt; die 40fache, mit der Kirchhoff zumeist beobachtet hat, ist leider nicht mehr vorhanden. Die 20fache Vergrösserung hat Hofmann bei der Fortführung der Kirchhoff'schen Untersuchungen gebraucht; sie wird im II. Theil der Untersuchungen über das Sonnenspectrum (Abhandl. der Kgl. Ak. der Wiss. 1862) erwähnt. Das Ocular ist ein negatives, das rechtwinkelige Fadenkreuz befindet sich zwischen den beiden Ocularlinsen.

Die Bewegung des Fernrohrs geschieht aus freier Hand oder mit Hülfe einer Tangentialschraube, deren Gewinde 120^{mm} lang ist und $\frac{1}{3}^{\text{mm}}$ Ganghöhe hat. Man kann jedoch nur die vordere Hälfte der Schraube benutzen, da die wahrscheinlich erst nachträglich angebrachte getheilte Scheibe hindert, doch lässt sich, ohne die Schraube zu versetzen, durch dieselbe dem Fernrohr immer noch eine Bewegung von etwa 8° geben. Die Scheibe hat 63^{mm} Durchmesser und ist in Grade getheilt, die Theilstriche sind von 2° zu 2° gezogen. Als Index dient ein kleines messerartig geschärftes Metallplättchen, welches mit einer Feder gegen den Rand der Scheibe gedrückt wird, so dass sie an demselben schleift. Eine Zählvorrichtung der ganzen Umdrehungen der Schraube ist nicht vorgesehen, was bei der geringen Ganghöhe leicht zu Verzählungen Anlass geben kann. Die Mikrometervorrichtung ist ohne Zweifel sehr unbequem und primitiv; sie erinnert an die Vorrichtungen an Fernrohren, wie sie zu Anfang des Jahrhunderts gebräuchlich waren. Dass die Theilscheibe der Mikrometerschraube in Grade getheilt ist und nicht, wie jetzt allgemein üblich, in 100 Theile, hat zu der Ansicht Veranlassung gegeben, Kirchhoff habe noch ausser der Schraube eine Gradtheilung bei seinen Messungen benutzt, was aber nicht der Fall gewesen ist. Die Schraubenablesungen sind jedenfalls ohne weiteres nur dazu verwendet worden, die relative Lage der Linien so weit festzulegen, als es für eine Zeichnung erforderlich ist. Kirchhoff spricht sich darüber ganz bestimmt aus: »Um die Abstände der einzelnen Linien von einander zu messen, benutzte ich eine Kreistheilung, die an dem Kopfe der Mikrometerschraube angebracht ist, durch welche das Fernrohr *B* gedreht werden kann.« ... »der Schnittpunkt der Fäden (im Ocular) wurde durch die Mikrometerschraube auf jede dieser Linien geführt, jedesmal die Theilung abgelesen und neben der Ablesung eine Schätzung der Schwärze und der Breite der Linie notirt. Nach diesen Aufzeichnungen wurden die Linien gezeichnet.« ... »Über die Zeichnung des Spectrums habe ich eine in Millimeter getheilte Skale mit einem willkürlich gewählten Anfangspunkte gesetzt.« ... »Eine Beziehung zwischen den den einzelnen Linien entsprechenden Skalenablesungen und den Brechungsverhältnissen meiner Prismen für diese

Linien besteht nicht; schon deshalb nicht, weil die Prismen bald mehr, bald weniger genau auf das Minimum der Ablenkung der Strahlen eingestellt waren.«

Zur Beurtheilung der Genauigkeit der Messungen, die man mit der beschriebenen Messvorrichtung erreichen kann, führe ich Folgendes an. Einer Umdrehung der Schraube entspricht eine Winkelbewegung von 3'.2. Die Distanz der D-Linien bei Anwendung aller Prismen beträgt 82° an der Theilscheibe der Mikrometerschraube, entspricht also einem Winkelwerthe von 44". Die Entfernung dieser beiden Linien lässt sich, wie ich aus mehreren Messungen ermittelt habe, mit folgender Sicherheit bestimmen: w. F. einer einmaligen Distanzmessung $= \pm 0.048$ der Distanz D_1 bis D_2, oder im Bogen ±2".1. Der w. F. einer Einstellung auf eine Spectral-Linie beträgt demnach ±1".5. Bei Anwendung einer doppelt so starken Vergrösserung, mit der Kirchhoff gemessen hat, wird sich der w. F. noch kleiner herausstellen. Wollte man den Apparat noch jetzt zu Differenzmessungen benutzen, so würde natürlich eine Untersuchung der Fehler der Mikrometerschraube vorauszugehen haben, die Sicherheit der Pointirung auf die Linien im Spectrum könnte durch Anwendung eines sogenannten Andreaskreuzes anstatt der rechtwinkeligen Fäden erhöht werden, und ich schätze dann den w. F. der Einstellung auf eine Linie in den mittleren Theilen des sichtbaren Spectrums, in Wellenlängenunterschieden ausgedrückt, zu $\pm 0.015\,\mu\mu$.

Die mehrfach erwähnte grosse Eisenplatte ruht auf einem sehr einfach ausgeführten, unten geschlossenen Holzcylinder von etwa 27^{cm} Durchmesser, 11^{cm} Höhe und 3^{cm} Wandstärke, dessen oberer Rand Ausschnitte entsprechend der Form der unten an der Eisenplatte angegossenen Rippen hat, und der eine, wenn auch nicht schön aussehende, aber doch vollkommen sichere Lagerung gewährt. Aus werthvollen Notizen über den Apparat, deren Mittheilung ich Hrn. Dr. R. Steinheil, dem Enkel des Verfertigers C. A. Steinheil, verdanke, geht jedoch hervor, dass dem Apparat noch ein Dreifuss zur Aufstellung beigegeben worden war. Derselbe wird eine kreisförmige Scheibe getragen haben, auf die der Holzring, auf dem der Apparat ruht, gesetzt und mit drei starken Schrauben, für welche Löcher in der Bodenplatte des Holzgestells sich befinden, befestigt wurde. Der Holzcylinder hat noch ein paar grössere fensterartige Ausschnitte, um Lichtstrahlen zu und von einem kleinen Spiegel gelangen zu lassen, der unterhalb der Eisenplatte mit der durch die Mitte derselben gehenden Drehungsaxe für das Lineal mit dem Beobachtungsfernrohr verbunden ist. Die Bestimmung dieses Spiegels ist von Kirchhoff nicht angegeben; aus der Construction ist aber ersichtlich, dass er nicht erst nachträglich

angebracht worden ist. Ich vermuthe, dass derselbe dazu gedient hat, in Art der Poggendorff'schen Spiegelablesung mittels einer Scala die ganzen Umdrehungen der Messschraube zu controliren, und werde in dieser Ansicht dadurch bestärkt, dass in der in meinen Händen befindlichen Abschrift der Kostenrechnung über den Apparat ein Scalenfernrohr von 9 Zoll Länge und 12 Lin.-Öffnung mit aufgeführt ist. Wahrscheinlich ist anfänglich beabsichtigt worden, allein auf diese Weise die Messungen auszuführen, und erst nachdem sich das Unbequeme dieser Messmethode herausgestellt hat, ist die Schraube zur Feinbewegung des Fernrohrs am Spectralapparat mit Theilscheibe versehen worden.

Die optischen Theile des Apparats, die, wie auch die eben beschriebenen mechanischen Theile, in der Werkstatt von C. A. Steinheil in München angefertigt wurden, zu prüfen, bereitete geradezu einen Genuss. Die Objective sind sehr schön und farbenrein; die Prismen sind in Bezug auf Schliff Meisterwerke; auch das zu denselben verwendete Glas ist rein, recht farblos und schlierenfrei, nur in zwei Prismen befinden sich einige Luftbläschen. Die Höhe der Prismen (Senkrechte von der brechenden Kante auf die Basis) beträgt 50^{mm}, die Länge der brechenden Kante 58^{mm}.

Die Abweichungen der brechenden Flächen von der Ebene sind ausserordentlich gering; sie entsprechen im schlimmsten Falle einer gekrümmten Fläche, deren Krümmungsradius etwa 600^{m} beträgt. Die brechenden Flächen sind in der von Steinheil üblichen Weise kreisförmig abgephast, der Durchmesser dieser Kreise beträgt 55^{mm} (d. s. 24.4 Par. Lin., nicht wie Kirchhoff angibt 18 Par. Lin.).

Die Spectra, welche die einzelnen Prismen geben, sind vorzüglich, und die Wirkung der sämmtlichen Prismen ist so ausgezeichnet, wie sie auch heute kein Apparat von ähnlicher Dispersion besser zu geben vermag.

Die Prismen sind mit kleinen Fussplatten mit drei Stellschräubchen versehen, die etwas sehr zart sind. Die Schräubchen sind nach der Justirung mit Wachs vergossen worden, und es ist merkwürdig, dass bei zwei der Prismen die Justirung nach so langer Zeit sich vollständig erhalten hat; bei den beiden anderen war die Abweichung auch nicht sehr erheblich. Die Prismen werden mit ihren Füssen direct auf die plangedrehte Gusseisenplatte gestellt und mit der Hand zurecht geschoben und gedreht. Die Einstellung sämmtlicher Prismen auf das Minimum der Ablenkung für irgend eine Linie geht sehr leicht von Statten und ist in wenigen Minuten auszuführen.

Der Apparat lässt eine siebenfache Veränderung der Dispersion zu und ist in Folge dessen sehr bequem zu verschiedenen spectralanalyti-

schen Untersuchungen schwächerer Lichtquellen zu verwenden; er soll nicht nur als werthvolles historisches Stück aufbewahrt werden, sondern wird zeitweilig noch als sehr brauchbarer Apparat in Benutzung kommen.

Nach den Bestimmungen, die Dr. Hartmann hier ausgeführt hat, sind die brechenden Winkel der Prismen die folgenden: 44° 57′.1; 45° 6′.9; 45° 26′.9 und 59° 50′.8. Man sieht, dass es damals den Optikern noch nicht geläufig war, wie jetzt, den brechenden Winkel bei Prismen bis auf wenige Minuten genau herzustellen. Das zu den Prismen verwendete Glas — das entweder aus dem Glaswerk von Sautter oder aus dem von Foiret, den einzigen Firmen, von denen zu jener Zeit Steinheil Glas bezog, stammt — ist jedenfalls aus einer und derselben Schmelze, da sich keine Abweichungen in den Brechungsverhältnissen auffinden liessen. Dr. Hartmann ermittelte für die relativen Brechungsexponenten bei der Temperatur 18° C. folgende Werthe:

für	B	1.6093	für	D	1.6158	für	F	1.6275
»	C	1.6110	»	E	1.6220	»	$H\gamma$	1.6375
»	a	1.6129	»	b_1	1.6230	»	g	1.6403

Ich erlaube mir schliesslich noch einige mir von Dr. R. Steinheil in gefälligster Weise gemachte Mittheilungen über den Apparat, die sich in dem Tagebuch seines Grossvaters vorgefunden haben, bekannt zu geben.

»☿ 28. Dec. 1859. Bunsen und Kirchhoff kommen zur Berathung über den Apparat zum Zeigen der fixen Linien.

♃ 29. Dec. 1859. 9^h kommt Prof. Kirchhoff, 11^h Bunsen und wir betrachten die fixen Linien mit 2 Prismen. Apparat $27'''$ Öffnung (Dialyt) und 4 Zoll, Prismen von 45°. Auch mit $15'''$ ist eine feine Linie bei der 3ten von b zwischen (2) und (3)b ($\frac{1}{4}$ Abstand 2–3 von 3) zu erkennen, doch sind die Bilder nicht besonders gut. Wir sehen mit Weingeistflamme und Salz doppelt D, weiss auf dunklem Grund. Sie essen bei uns. Jolly ist gebeten und kommt 1^h. Bestellen nach Tisch Apparat mit 3 oder 4 Prismen von 45° für $18'''$ volles Licht. Wir berathen den Apparat am Mannheimer Refractor, um Fixsterne in Prismenbilder aufzulösen und mit künstlichen Lichtquellen zu vergleichen. Gehen 5^h ab.

♄ 31. Dec. 1859. Den Prismenapparat Bunsen und Kirchhoff näher berechnet.

☉ 8. Jan. 1860. Kirchhoff's Abänderungsvorschläge.

☉ 5. Febr. 1860. Ich construire den Apparat für Kirchhoff.

☿ 15. Febr. 1860. Versuche die Kirchhoff'schen Prismen. 3 St. mit 45°, 1 mit 60° zeigen zusammen so deutlich als eines allein. *E* ist doppelt. In *D* ist zwischen den 2 noch eine feine Linie in der Mitte. Von *b* ist 1 und 2 links und rechts von feinen Linien ganz nahe begrenzt u. s. w. Herrlich! Schreibe es gleich an Kirchhoff.

☾ 20. Febr. 1860. Kirchhoff freut sich über den Apparat.

♃ 29. März 1860. Kirchhoff-Apparat in Arbeit.

☿ 2. Mai 1860. Scalen für Kirchhoff-Apparat.

☾ 14. Mai 1860. Apparat Kirchhoff vollendet.

♂ 15. Mai 1860. Kirchhoff-Apparat zusammengestellt, versucht. Schreibe an Kirchhoff. Schicke Rechnung dafür — 420 fl. — mit.«

(Aus der letzteren dürften folgende Angaben noch interessiren.

4 Stück Flintglasprismen von 24''' Öffnung; 1 St. 60°, 3 St. 45° 120 fl.

2 Ablesefernrohre 18''' : 18" mit Oculartrieb .... 84 fl.

Mikrometerschlitten zur Bildung der Lichtlinie .... 24 fl.

Stativplatte von Gusseisen, abgedreht .... 36 fl.

Guss und Arbeit am Apparat, Mikrometerklemme u. s. w. .... 88 fl.)

Über das erweiterte Princip der Erhaltung der Flächen und dessen Anwendung auf kinetische Potentiale erster Ordnung.

Von Leo Koenigsberger.

Das von mir auf allgemeine kinetische Potentiale ausgedehnte[1] Princip der Erhaltung der Flächen hatte zur Voraussetzung, dass diese von der Form waren

$$H = H_1 + H_2,$$

wenn

$$H_1 = \omega\left(x_k^2 + y_k^2 + z_k^2,\, x_k'^2 + y_k'^2 + z_k'^2, \ldots x_k^{(\nu)^2} + y_k^{(\nu)^2} + z_k^{(\nu)^2}\right)$$

und

$$H_2 = \Omega(t, R_1, R_1', \ldots R_1^{(\nu)}, R_2, R_2', \ldots R_2^{(\nu)}, \ldots)$$

war, worin $R_1, R_2, \ldots$ Functionen von $t, x_1, \ldots x_n, y_1, \ldots y_n, z_1, \ldots z_n$ bedeuteten, welche den Bedingungen

$$\sum_1^n{}_k \left(y_k \frac{\partial R_\mu}{\partial x_k} - x_k \frac{\partial R_\mu}{\partial y_k}\right) = 0, \ldots$$

unterlagen. Da diese Form von H, um mich der Bezeichnungen der Mechanik wägbarer Materie zu bedienen, jedoch eine Trennung des kinetischen Potentials in die beiden Theile voraussetzt, welche die actuelle und potentielle Energie darstellen, so wird es der Anwendungen wegen nöthig sein, die Verallgemeinerung des oben bezeichneten Satzes für eine beliebige Zusammensetzung des kinetischen Potentials aufzustellen.

Um zunächst den in meiner oben genannten Arbeit entwickelten Hülfssatz zu verallgemeinern, seien

$$R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots$$

beliebige stetige Functionen der nach der Zeit genommenen α^{ten} Ableitungen

$$x_1^{(\alpha)}, y_1^{(\alpha)}, z_1^{(\alpha)}, x_2^{(\alpha)}, y_2^{(\alpha)}, z_2^{(\alpha)}, \ldots, x_n^{(\alpha)}, y_n^{(\alpha)}, z_n^{(\alpha)},$$

[1] »Über die Principien der Mechanik«, Sitz.-Ber. vom 22. October 1896.

und

$$(1)\qquad V = f(t,\, R_{\alpha 1},\, R_{\alpha 2},\, \ldots\, R'_{\alpha 1},\, R'_{\alpha 2},\, \ldots,\, R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1},\, R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2},\, \ldots)$$

eine Function von $t, R_{01}, R_{02}, \ldots R_{11}, R_{12}, \ldots, R_{\nu 1}, R_{\nu 2}, \ldots$ und deren nach t genommenen Ableitungen, welche somit die Zeit, die Coordinaten und deren Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin enthält. Bildet man nun unter der Festsetzung, dass die Coordinaten nebst ihren $\nu - 1$ ersten Ableitungen für t_0 und t_1 keine Variation erleiden, die Variation des Integrales

$$\int_{t_0}^{t_1} V dt,$$

so folgt nach (1)

$$(2)\quad \delta \int_{t_0}^{t_1} V dt = \int_{t_0}^{t_1} \Bigg[\sum_0^{\nu}{}_{\alpha} \left\{ \frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 1}} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial V}{\partial R''_{\alpha 1}} - \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial V}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}} \right\} \delta R_{\alpha 1}$$

$$+ \sum_0^{\nu}{}_{\alpha} \left\{ \frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 2}} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial V}{\partial R''_{\alpha 2}} - \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial V}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}} \right\} \delta R_{\alpha 2}$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \Bigg] dt,$$

während andererseits, wenn V als Function der Coordinaten und deren ν ersten Ableitungen aufgefasst wird,

$$(3)\quad \delta \int_{t_0}^{t_1} V dt = \int_{t_0}^{t_1} \Bigg[\sum_1^n{}_i \left\{ \frac{\partial V}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial x'_i} + \ldots + (-1)^{\nu} \frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}} \frac{\partial V}{\partial x_i^{(\nu)}} \right\} \delta x_i$$

$$+ \left\{ \frac{\partial V}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial y'_i} + \ldots + (-1)^{\nu} \frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}} \frac{\partial V}{\partial y_i^{(\nu)}} \right\} \delta y_i$$

$$+ \left\{ \frac{\partial V}{\partial z_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial z'_i} + \ldots + (-1)^{\nu} \frac{d^{\nu}}{dt^{\nu}} \frac{\partial V}{\partial z_i^{(\nu)}} \right\} \delta z_i \Bigg] dt$$

folgt. Beachtet man nun, dass, wenn

$$(4)\qquad \frac{\partial V}{\partial R_{\alpha\varrho}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha\varrho}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial V}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha\varrho}} = K_{\alpha\varrho}$$

gesetzt wird,

$$\int_{t_0}^{t_1} K_{\alpha\varrho}\, \delta R_{\alpha\varrho}\, dt = \int_{t_0}^{t_1} \left[\sum_1^n{}_i K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \delta x_i^{(\alpha)} + K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \delta y_i^{(\alpha)} + K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial z_i^{(\alpha)}} \delta z_i^{(\alpha)} \right] dt$$

$$= \int_{t_0}^{t_1} (-1)^{\alpha} \left[\sum_1^n{}_i \frac{d^{\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \dfrac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right)}{dt^{\alpha}} \delta x_i + \frac{d^{\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \dfrac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}}\right)}{dt^{\alpha}} \delta y_i + \frac{d^{\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \dfrac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial z_i^{(\alpha)}}\right)}{dt^{\alpha}} \delta z_{\alpha} \right] dt,$$

so ergiebt sich durch Vergleichung von (2) und (3) der folgende Satz:

Ist

$$(5) \qquad V = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \dots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \dots R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}, R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}, \dots),$$

worin $R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \dots$ beliebige stetige Functionen der nach t genommenen α^{ten} Ableitungen der Grössen $x_1, y_1, z_1, \dots x_n, y_n, z_n$ sind, eine Function von $t, R_{01}, R_{02}, \dots R_{11}, R_{12}, \dots R_{\nu 1}, R_{\nu 2}, \dots$ und deren nach t genommenen Ableitungen, so besteht die identische Beziehung

$$(6) \quad \frac{\partial V}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial x_i'} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial V}{\partial x_i''} - \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial V}{\partial x_i^{(\nu)}}$$

$$= \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left\{\left(\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 1}} + \dots + (-1)^{\nu-\alpha}\frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}}\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}}\right)\frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right\}$$

$$+ \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left\{\left(\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 2}} + \dots + (-1)^{\nu-\alpha}\frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}}\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}}\right)\frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right\}$$

$$+ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots$$

und die beiden analogen, die durch Vertauschung von x_i mit y_i und z_i erhalten werden.

Sei nun H ein von t, den $3n$ Coordinaten und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin abhängiges kinetisches Potential, so werden zwei der entsprechenden erweiterten Lagrange'schen Bewegungsgleichungen der ersten Form lauten[1]

$$(7) \quad \frac{\partial H}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial x_i'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}} - P_i + \lambda_1 f_{1i} + \lambda_2 f_{2i} + \dots + \lambda_m f_{mi} = 0$$

$$(8) \quad \frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y_i'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}} - Q_i + \lambda_1 \phi_{1i} + \lambda_2 \phi_{2i} + \dots + \lambda_m \phi_{mi} = 0,$$

und hieraus folgt zunächst unter der Annahme, dass

$$\sum_1^n{}_i (y_i P_i - x_i Q_i) = 0 \quad \text{und} \quad \sum_1^n{}_i (y_i f_{\mu i} - x_i \phi_{\mu i}) = 0$$

ist,

$$\sum_1^n{}_i \left\{ y_i\left(\frac{\partial H}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial x_i'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}}\right) - x_i\left(\frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y_i'} + \dots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\right\} = 0$$

oder vermöge (6), wenn das kinetische Potential H in der Form angenommen wird

$$(9) \qquad H = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \dots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \dots R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}, R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}, \dots),$$

die Beziehung

[1] »Über die Principien der Mechanik«. Sitz.-Ber. vom 30. Juli 1896.

$$(10)\quad \sum_1^n{}_i \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \Bigg[y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 1}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right\}$$

$$- x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 1}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right\} \Bigg]$$

$$+ \sum_1^n{}_i \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \Bigg[y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 2}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right\}$$

$$- x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 2}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right\} \Bigg]$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0.$$

Unterwirft man nun die Functionen $R_{0\varrho}$ der Bedingung, dass

$$(11)\qquad \sum_1^n{}_i \left(y_i \frac{\partial R_{0\varrho}}{\partial x_i} - x_i \frac{\partial R_{0\varrho}}{\partial y_i} \right) = 0,$$

so fallen aus (10) die $\alpha = 0$ entsprechenden Glieder heraus; bemerkt man ferner, dass mit Benutzung der Bezeichnung (4)

$$(12)\quad y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right)$$

$$= \frac{d}{dt}\left[y_i \frac{d^{\alpha-1}}{dt^{\alpha-1}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x_i \frac{d^{\alpha-1}}{dt^{\alpha-1}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) \right]$$

$$- \frac{d}{dt}\left[y'_i \frac{d^{\alpha-2}}{dt^{\alpha-2}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x'_i \frac{d^{\alpha-2}}{dt^{\alpha-2}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) \right]$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ (-1)^{\alpha-1} \frac{d}{dt}\left[y_i^{(\alpha-1)} K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha-1)} K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right]$$

$$+ (-1)^\alpha K_{\alpha\varrho} \left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right)$$

ist, so wird unter der weiteren Annahme, dass für jedes α

$$\sum_1^n{}_i \left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) = 0$$

ist, die linke Seite von (10) in einen vollständigen nach t genommenen Differentialquotienten übergehen, und somit das Integral eine Function der Coordinaten und deren Ableitungen, jedoch nur bis zur $2\nu-1^{\text{ten}}$ Ordnung hin darstellen, woraus sich das verallgemeinerte Princip von der Erhaltung der Flächen in der folgenden Form ergiebt:

Wenn das kinetische Potential

$$(13)\quad H = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \ldots R_{\alpha 1}^{(\nu-\alpha)}, R_{\alpha 2}^{(\nu-\alpha)}, \ldots),$$

worin $R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots$ beliebige stetige Functionen der nach t ge-

Ist

$$(5)\qquad V = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \ldots R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}, R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}, \ldots),$$

worin $R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots$ beliebige stetige Functionen der nach t genommenen α^{ten} Ableitungen der Grössen $x_1, y_1, z_1, \ldots x_n, y_n, z_n$ sind, eine Function von $t, R_{01}, R_{02}, \ldots R_{11}, R_{12}, \ldots R_{\nu 1}, R_{\nu 2}, \ldots$ und deren nach t genommenen Ableitungen, so besteht die identische Beziehung

$$(6)\quad \frac{\partial V}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial x'_i} + \frac{d^2}{dt^2}\frac{\partial V}{\partial x''_i} - \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial V}{\partial x_i^{(\nu)}}$$

$$= \sum_0^\nu {}_\alpha (-1)^\alpha \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left\{\left(\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 1}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha}\frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}}\frac{\partial V}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}}\right)\frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right\}$$

$$+ \sum_0^\nu {}_\alpha (-1)^\alpha \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left\{\left(\frac{\partial V}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial V}{\partial R'_{\alpha 2}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha}\frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}}\frac{\partial V}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}}\right)\frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right\}$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

und die beiden analogen, die durch Vertauschung von x_i mit y_i und z_i erhalten werden.

Sei nun H ein von t, den $3n$ Coordinaten und deren nach der Zeit genommenen Ableitungen bis zur ν^{ten} Ordnung hin abhängiges kinetisches Potential, so werden zwei der entsprechenden erweiterten Lagrange'schen Bewegungsgleichungen der ersten Form lauten[1]

$$(7)\quad \frac{\partial H}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial x'_i} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}} - P_i + \lambda_1 f_{1i} + \lambda_2 f_{2i} + \ldots + \lambda_m f_{mi} = 0$$

$$(8)\quad \frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y'_i} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}} - Q_i + \lambda_1 \phi_{1i} + \lambda_2 \phi_{2i} + \ldots + \lambda_m \phi_{mi} = 0.$$

und hieraus folgt zunächst unter der Annahme, dass

$$\sum_1^n {}_i (y_i P_i - x_i Q_i) = 0 \quad \text{und} \quad \sum_1^n {}_i (y_i f_{\mu i} - x_i \phi_{\mu i}) = 0$$

ist,

$$\sum_1^n {}_i \left\{ y_i\left(\frac{\partial H}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{d x'_i} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}}\right) - x_i\left(\frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y'_i} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial y_i^{(\nu)}}\right)\right\} = 0$$

oder vermöge (6), wenn das kinetische Potential H in der Form angenommen wird

$$(9)\qquad H = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \ldots R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}, R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}, \ldots),$$

die Beziehung

[1] »Über die Principien der Mechanik«. Sitz.-Ber. vom 30. Juli 1896.

$$(10)\quad \sum_1^n{}_i \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \left[y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 1}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right\} \right.$$

$$\left. - x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 1}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 1}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 1}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right\} \right]$$

$$+ \sum_1^n{}_i \sum_0^\nu{}_\alpha (-1)^\alpha \left[y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 2}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right\} \right.$$

$$\left. - x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha} \left\{ \left(\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha 2}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R'_{\alpha 2}} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha} \frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}} \frac{\partial H}{\partial R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}} \right) \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right\} \right]$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = 0.$$

Unterwirft man nun die Functionen $R_{0\varrho}$ der Bedingung, dass

$$(11)\qquad \sum_1^n{}_i \left(y_i \frac{\partial R_{0\varrho}}{\partial x_i} - x_i \frac{\partial R_{0\varrho}}{\partial y_i} \right) = 0,$$

so fallen aus (10) die $\alpha = 0$ entsprechenden Glieder heraus; bemerkt man ferner, dass mit Benutzung der Bezeichnung (4)

$$(12)\quad y_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x_i \frac{d^\alpha}{dt^\alpha}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right)$$

$$= \frac{d}{dt}\left[y_i \frac{d^{\alpha-1}}{dt^{\alpha-1}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x_i \frac{d^{\alpha-1}}{dt^{\alpha-1}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) \right]$$

$$- \frac{d}{dt}\left[y'_i \frac{d^{\alpha-2}}{dt^{\alpha-2}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} \right) - x'_i \frac{d^{\alpha-2}}{dt^{\alpha-2}}\left(K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) \right]$$

$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$+ (-1)^{\alpha-1} \frac{d}{dt}\left[y_i^{(\alpha-1)} K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha-1)} K_{\alpha\varrho} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right]$$

$$+ (-1)^\alpha K_{\alpha\varrho} \left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right)$$

ist, so wird unter der weiteren Annahme, dass für jedes α

$$\sum_1^n{}_i \left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) = 0$$

ist, die linke Seite von (10) in einen vollständigen nach t genommenen Differentialquotienten übergehen, und somit das Integral eine Function der Coordinaten und deren Ableitungen, jedoch nur bis zur $2\nu-1^{\text{ten}}$ Ordnung hin darstellen, woraus sich das verallgemeinerte Princip von der Erhaltung der Flächen in der folgenden Form ergiebt:

Wenn das kinetische Potential

$$(13)\quad H = f(t, R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots R'_{\alpha 1}, R'_{\alpha 2}, \ldots R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 1}, R^{(\nu-\alpha)}_{\alpha 2}, \ldots),$$

worin $R_{\alpha 1}, R_{\alpha 2}, \ldots$ beliebige stetige Functionen der nach t ge-

nommenen α^{ten} Ableitungen der Coordinaten $x_1, y_1, z_1, \ldots x_n, y_n, z_n$ sind, eine Function von t,

$$R_{01}, R_{02}, \ldots R_{11}, R_{12}, \ldots R_{\nu 1}, R_{\nu 2}, \ldots$$

und deren nach t genommenen Ableitungen darstellt, welche den Bedingungen unterliegen

$$(14) \qquad \sum_1^n {}_i\left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}}\right) = 0 \qquad (\text{für } \alpha = 0, 1, 2, \ldots \nu).$$

so erhält man als Integral der Bewegungsgleichungen

$$\frac{\partial H}{\partial x_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial x_i'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial x_i^{(\nu)}} - P_i + \lambda_1 f_{1i} + \lambda_2 f_{2i} + \ldots + \lambda_m f_{mi} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial y_i} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial y_i'} + \ldots + (-1)^\nu \frac{d^\nu}{dt^\nu}\frac{\partial H}{\partial y_i^{(\nu)}} - Q_i + \lambda_1 \phi_{1i} + \lambda_2 \phi_{2i} + \ldots + \lambda_m \phi_{mi} = 0$$

. . . . ,

wenn die äusseren Kräfte P_i, Q_i sowie die beschränkenden Functionen f und ϕ den Bedingungen genügen

$$\sum_1^n {}_i\left(y_i P_i - x_i Q_i\right) = 0, \quad \sum_1^n {}_i\left(y_i f_{\mu i} - x_i \phi_{\mu i}\right) = 0,$$

die Differentialgleichung $2\nu - 1^{\text{ter}}$ Ordnung

$$(15) \sum_{\varrho=1,2,\ldots} \sum_1^n {}_i \sum_1^\nu {}_\alpha (-1)^\alpha \sum_0^{\alpha-1} {}_\lambda (-1)^\lambda \left\{ y_i^{(\lambda)} \frac{d^{\alpha-\lambda-1}}{dt^{\alpha-\lambda-1}}\left(K_{\alpha\varrho}\frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial x_i^{(\alpha)}}\right) - x_i^{(\lambda)} \frac{d^{\alpha-\lambda-1}}{dt^{\alpha-\lambda-1}}\left(K_{\alpha\varrho}\frac{\partial R_{\alpha\varrho}}{\partial y_i^{(\alpha)}}\right)\right\} = c,$$

worin

$$K_{\alpha\varrho} = \frac{\partial H}{\partial R_{\alpha\varrho}} - \frac{d}{dt}\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha\varrho}'} + \ldots + (-1)^{\nu-\alpha}\frac{d^{\nu-\alpha}}{dt^{\nu-\alpha}}\frac{\partial H}{\partial R_{\alpha\varrho}^{(\nu-\alpha)}}$$

und c eine Integrationsconstante bedeutet.

Für ein System, das keinen Bedingungen unterworfen und auf welches äussere Kräfte nicht einwirken, wird für ein kinetisches Potential erster Ordnung

$$(16) \qquad H = f(t, R_{01}, R_{02}, \ldots R_{01}', R_{02}', \ldots R_{11}, R_{12}, \ldots)$$

die Gleichung (15) in

$$\sum_{\varrho=1,2,\ldots} \sum_1^n {}_i \left\{ y_i \frac{\partial R_{1\varrho}}{\partial x_i'} - x_i \frac{\partial R_{1\varrho}}{\partial y_i'} \right\} K_{1\varrho} = C$$

oder in

$$(17) \qquad \sum_{\varrho=1,2,\ldots} \sum_1^n {}_i \frac{\partial H}{\partial R_{1\varrho}}\left(y_i \frac{\partial R_{1\varrho}}{\partial x_i'} - x_i \frac{\partial R_{1\varrho}}{\partial y_i'}\right) = C$$

übergehen, wenn die Bedingungen

$$(18)\qquad \sum_1^n{}_i \left(y_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial x_i^{(\alpha)}} - x_i^{(\alpha)} \frac{\partial R_{\alpha 2}}{\partial y_i^{(\alpha)}} \right) = 0 \qquad (\alpha = 0.1)$$

befriedigt werden.

Es mag des Folgenden wegen noch die nachstehende Bemerkung hinzugefügt werden. Für den Fall der Bewegung **eines** Punktes, welcher einem kinetischen Potentiale erster Ordnung von der Form

$$H = f(t, R_{01}, R_{02}, \dots R'_{01}, R'_{02}, \dots R_{11})$$

unterworfen ist, und für welche die Bedingungen (18) erfüllt sind, wird, wenn

$$R_{11} = x'^2 + y'^2 + z'^2 = v^2$$

angenommen wird, die Gleichung (17) die drei Flächenintegrale liefern

$$(19)\quad \frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v}(yx' - xy') = C_1, \quad \frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v}(zy' - yz') = C_2, \quad \frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v}(xz' - zx') = C_3$$

oder mit Einführung der Polarcoordinaten

$$x = r\sin\vartheta\cos\phi, \quad y = r\sin\vartheta\sin\phi, \quad z = r\cos\vartheta$$

die Beziehungen

$$(20)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v} r^2 \sin^2\vartheta \cdot \phi' = C_1 \\ &\frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v} r^2 (\sin\phi \cdot \vartheta' + \sin\vartheta\cos\vartheta\cos\phi \cdot \phi') = C_2 \\ &\frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v} r^2 (\cos\phi \cdot \vartheta' - \sin\vartheta\cos\vartheta\sin\phi \cdot \phi') = C_3, \end{aligned} \right.$$

aus welchen sich durch Elimination von ϑ' und ϕ' die Gleichung

$$C_1\cos\vartheta - C_2\sin\vartheta\cos\phi + C_3\sin\vartheta\sin\phi = 0$$

oder

$$C_1 z - C_2 x + C_3 y = 0$$

ergibt. Es folgt hieraus, dass, wenn ein Punkt einem kinetischen Potentiale erster Ordnung von der Form unterworfen ist

$$H = f(t, R_1, R_2, \dots R'_1, R'_2, \dots R),$$

worin

$$R = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

und die Functionen $R_1, R_2, \dots$ der Bedingung unterliegen

$$(21)\quad y\frac{\partial R_\tau}{\partial x} - x\frac{\partial R_\tau}{\partial y} = 0, \quad z\frac{\partial R_\tau}{\partial y} - y\frac{\partial R_\tau}{\partial z} = 0, \quad x\frac{\partial R_\tau}{\partial z} - z\frac{\partial R_\tau}{\partial x} = 0,$$

die Flächensätze für die drei Coordinatenebenen gelten, und

wenn die zugehörigen Flächenconstanten mit C_1, C_2, C_3 bezeichnet werden, der Punkt sich in der Ebene

$$C_1 z - C_2 x + C_3 y = 0$$

bewegen wird.

Sei nun das auf einen beweglichen Punkt ausgeübte kinetische Potential

$$H = f(r, r', v^2),$$

worin

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2, \quad v^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2$$

ist, so werden die den Gleichungen (21) entsprechenden Beziehungen

$$y\frac{\partial r}{\partial x} - x\frac{\partial r}{\partial y} = 0, \quad z\frac{\partial r}{\partial y} - y\frac{\partial r}{\partial z} = 0, \quad x\frac{\partial r}{\partial z} - z\frac{\partial r}{\partial x} = 0$$

identisch erfüllt sein und somit die drei Flächensätze (19) bestehen, zu denen, da H die Zeit t nicht explicite enthalten sollte, noch das Princip von der Erhaltung der lebendigen Kraft hinzutritt, welches die Form hat[1]

$$H - x'\frac{\partial H}{\partial x'} - y'\frac{\partial H}{\partial y'} - z'\frac{\partial H}{\partial z'} = h$$

oder da

$$x'\frac{\partial H}{\partial x'} = \frac{\partial H}{\partial v}\frac{x'^2}{v} + \frac{\partial H}{\partial r'}\frac{xx'}{r}, \quad y'\frac{\partial H}{\partial y'} = \frac{\partial H}{\partial v}\frac{y'^2}{v} + \frac{\partial H}{\partial r'}\frac{yy'}{r}, \quad z'\frac{\partial H}{\partial z'} = \frac{\partial H}{\partial v}\frac{z'^2}{v} + \frac{\partial H}{\partial r'}\frac{zz'}{r}$$

ist,

$$(22) \qquad H - v\frac{\partial H}{\partial v} - r'\frac{\partial H}{\partial r'} = h.$$

Führt man wiederum Polarcoordinaten ein und setzt zur Abkürzung

$$\frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v} = H_1(r, r', v), \quad \frac{1}{r'}\frac{\partial H}{\partial r'} = H_2(r, r', v),$$

so liefern die Gleichungen (20) die Beziehungen

$$(23) \quad \begin{cases} H_1\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) \cdot r^2\sin^2\vartheta \cdot \phi' = C_1 \\ H_1\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) \cdot r^2(\sin\phi \cdot \vartheta' + \sin\vartheta\cos\vartheta\cos\phi \cdot \phi') = C_2 \\ H_1\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) \cdot r^2(\cos\phi \cdot \vartheta' - \sin\vartheta\cos\vartheta\sin\phi \cdot \phi') = C_3, \end{cases}$$

während die Gleichung (22) in

$$(24) \quad H\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) - \left(r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2\right) H_1\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) - r'^2 H_2\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right) = h$$

[1] Vergl. »Über die Principien der Mechanik« Sitz.-Ber. vom 30. Juli 1896.

übergeht. Nun folgt aber aus den beiden ersten Gleichungen (23), wenn $\frac{C_2}{C_1} = k$ gesetzt wird,

$$\sin\phi \frac{d\vartheta}{d\phi} + \sin\vartheta\cos\vartheta\cos\phi = k\sin^2\vartheta$$

oder wenn k_1 eine Integrationsconstante bedeutet,

$$\cot g\,\vartheta = k_1 \sin\phi + k\cos\phi, \tag{25}$$

so dass sich aus der ersten Gleichung (23) und (25)

$$\sin^2\vartheta\left(\frac{d\phi}{dt}\right)^2 = \frac{C_1^2}{r^4 H_1^2\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right)}\left[1 + (k_1\sin\phi + k\cos\phi)^2\right] \tag{26}$$

$$\left(\frac{d\vartheta}{dt}\right)^2 = \frac{C_1^2}{r^4 H_1^2\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2\vartheta'^2 + r^2\sin^2\vartheta\phi'^2}\right)}\left[k\sin\phi - k_1\cos\phi\right]^2. \tag{27}$$

und hieraus

$$\vartheta'^2 + \sin^2\vartheta\phi'^2 = \frac{C_1^2(1 + k^2 + k_1^2)}{r^4 H_1^2\left(r, r', \sqrt{r'^2 + r^2(\vartheta'^2 + \sin^2\vartheta\phi'^2)}\right)} \tag{28}$$

ergiebt. Diese Gleichung liefert aber

$$\vartheta'^2 + \sin^2\vartheta\cdot\phi'^2 = \psi\left(r, r', C_1^2(1 + k^2 + k_1^2)\right),$$

und es geht somit die Gleichung der lebendigen Kraft (24) in

$$F\left(r, r', C_1^2(1 + k^2 + k_1^2), h\right) = 0 \quad \text{oder} \quad r' = \omega\left(r, C_1^2(1 + k^2 + k_1^2), h\right)$$

über, und t ist unmittelbar durch eine Quadratur in r darstellbar in der Form

$$t + c = \int \frac{dr}{\omega\left(r, C_1^2(1 + k^2 + k_1^2), h\right)} \quad \text{oder} \quad r = \Omega\left(t + c, C_1^2(1 + k^2 + k_1^2), h\right). \tag{29}$$

Beachtet man ferner, dass $r, r', \vartheta'^2 + \sin^2\vartheta\phi'^2$ nunmehr bekannte Functionen von t sind, und vermöge (25)

$$(k\sin\phi - k_1\cos\phi)^2 = \frac{(1 + k^2 + k_1^2)\sin^2\vartheta - 1}{\sin^2\vartheta}$$

ist, so wird die Gleichung (27) die Form annehmen

$$\int \frac{\sin\vartheta d\vartheta}{\sqrt{(1 + k^2 + k_1^2)\sin^2\vartheta - 1}} = \int \chi\left(t + c, C_1^2(1 + k^2 + k_1^2), h\right) dt + \lambda.$$

und auch ϑ durch Quadraturen bestimmt sein, wonach sich dann ϕ aus der Gleichung (25) unmittelbar ergiebt; die Ausdrücke für r, ϑ, ϕ als Functionen von t enthalten dann, wie es sein muss, die 6 Integrationsconstanten $C_1, k, k_1, h, c, \lambda$.

Fassen wir die gewonnenen Resultate zusammen, so ergiebt sich das nachfolgende Theorem:

Die Integration aller Bewegungsgleichungen, welchen ein kinetisches Potential erster Ordnung zu Grunde liegt, das nur von der Entfernung des beweglichen Punktes von einem festen Punkte, deren nach der Zeit genommenen Ableitung und der Geschwindigkeit desselben abhängt, ist stets auf einfache aus dem kinetischen Potential zusammengesetzte Quadraturen zurückführbar.

Wir wollen im Folgenden mit Hülfe des eben gefundenen Satzes die Bewegung eines Punktes untersuchen, der von den Massenelementen eines in concentrischen Schichten homogenen Kugelringes nach dem Weber'schen Gesetze angezogen wird und sich ausserhalb des Ringes oder innerhalb des Hohlraumes befindet.

Werde der Kugelring durch zwei Kugeln mit den Radien ρ_0 und ρ_1 begrenzt, bezeichnet ferner σ die als Function der Entfernung ρ vom Mittelpunkt gegebene Dichtigkeit der Kugelschichten, und setzt man

$$N = 4\pi \int_{\rho_0}^{\rho_1} \sigma \rho^4 d\rho,$$

während M die Masse des Kugelringes bezeichnet, so ist, wenn r die Entfernung eines ausserhalb des Kugelringes befindlichen Punktes vom Mittelpunkte, r' die nach der Zeit genommene Ableitung und v die Geschwindigkeit des Punktes bezeichnet, das von dem Kugelringe auf den Punkt mit der Masse 1 ausgeübte Potential, wie ich gezeigt habe[1],

$$(30) \qquad W_a = M\left(\frac{1}{r} + \frac{r'^2}{c^2 r}\right) - \frac{N}{3c^2}\,\frac{3r'^2 - v^2}{r^3};$$

und das kinetische Potential

$$H = -T - W_a$$

nimmt somit in diesem Falle die Form an

$$(31) \qquad H = -\tfrac{1}{2}v^2 - M\left(\frac{1}{r} + \frac{r'^2}{c^2 r}\right) + \frac{N}{3c^2}\,\frac{3r'^2 - v^2}{r^3},$$

welche in der oben behandelten $H = f(r, r' v^2)$ enthalten ist.

Bemerkt man nun, dass nach den oben gegebenen Definitionen

[1] »Über die erweiterte Laplace-Poisson'sche Potentialgleichung.« Sitzungsbericht vom 3. Februar 1898.

$$H_1 = \frac{1}{v}\frac{\partial H}{\partial v} = -1 - \frac{2N}{3c^2}\frac{1}{r^3}$$

$$H_2 = \frac{1}{r'}\frac{\partial H}{\partial r'} = -\frac{2M}{c^2}\frac{1}{r} + \frac{2N}{c^2}\frac{1}{r^3}$$

ist, so wird die Gleichung (24) für die Erhaltung der lebendigen Kraft lauten

$$(32) \qquad \frac{1}{2}v^2 - M\left(\frac{1}{r} - \frac{r'^2}{c^2 r}\right) + \frac{N}{3c^2}\frac{v^2 - 3r'^2}{r^3} = h,$$

während die Gleichung (28), wenn mit r^2 multiplicirt und r'^2 auf beiden Seiten hinzuaddirt wird, in

$$(33) \qquad v^2 = \frac{C_1^2(1+k^2+k_1^2)r^4}{\left(r^3 + \frac{2N}{3c^2}\right)^2} + r'^2$$

übergeht. Setzt man nun den Werth von v^2 aus (33) in (32) ein, so ergiebt sich

$$(34) \quad t + c = \int \frac{\sqrt{\left(r^3 + \frac{2N}{3c^2}\right)\left(r^3 + \frac{2M}{c^2}r^2 - \frac{4N}{3c^2}\right)}}{r\sqrt{2\left(r^3 + \frac{2N}{3c^2}\right)(M + hr) - C_1^2(1+k^2+k_1^2)r^2}}\,dr,$$

und aus (27)

$$\int \frac{\sin\vartheta d\vartheta}{\sqrt{(1+k^2+k_1^2)\sin^2\vartheta - 1}}$$

$$= -\int \frac{C_1\sqrt{r^3 + \frac{2M}{c^2}r^2 - \frac{4N}{3c^2}}}{\sqrt{\left(r^3 + \frac{2N}{3c^2}\right)\left(2\left(r^3 + \frac{2N}{3c^2}\right)(M + hr) - C_1^2(1+k^2+k_1^2)r^2\right)}}\,dr,$$

wodurch alle Bestimmungsstücke auf Quadraturen zurückgeführt sind.

Was endlich die Bewegung eines im Hohlraum befindlichen Punktes betrifft, so ist das Potential des Kugelringes auf einen Punkt im Innern, wenn

$$4\pi\int_{\varepsilon_0}^{\varepsilon_1} \sigma\varepsilon d\varepsilon = A$$

gesetzt wird[1],

$$W_1 = A\left(1 + \frac{v^2}{3c^2}\right),$$

[1] »Über die erweiterte Laplace-Poisson'sche Potentialgleichung.« Sitzungsbericht vom 3. Februar 1898.

und es gehen somit die Bewegungsgleichungen

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\partial W_i}{\partial x} - \frac{d}{dt}\frac{\partial W_i}{\partial x'}$$

und die beiden analogen in

$$x'' = \frac{2A}{3c^2}x'', \quad y'' = \frac{2A}{3c^2}y'', \quad z'' = \frac{2A}{3c^2}z''$$

über, woraus $x'' = 0$, $y'' = 0$, $z'' = 0$ folgt; wir finden somit, dass sich ein Punkt innerhalb des Hohlraumes eines Kugelringes, dessen Massenelemente denselben nach dem Weber'schen Gesetze anziehen, in gerader Linie mit constanter Geschwindigkeit bewegt.

Über die Vertheilung des inducirten Magnetismus in Cylindern.

Von Dr. L. Holborn
in Charlottenburg.

(Mittheilung aus der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, vorgelegt von Hrn. Kohlrausch am 3. Februar [s. oben S. 91].)

Über die Frage, wie der inducirte Magnetismus bei verschieden starken Feldern in Cylindern vertheilt ist, liegen bisher Beobachtungen von Bouty und Mascart vor[1]. Ersterer[2] hat die magnetischen Momente bei Stahlcylindern gemessen, die verschiedene Länge, aber gleichen Durchmesser besitzen, und folgert daraus, dass die Lage der Pole für alle Feldstärken constant sei. Über die Dimensionen der benutzten Cylinder sind keine näheren Angaben gemacht.

Mascart[3] wendet folgende Methode an. Er umgibt den Eisencylinder mit zwei Inductionsspulen, einer kurzen in der Mitte und einer langen, die über den Cylinder weit hinausragt, und bringt das Ganze in eine lange Magnetisirungsspule. Er bestimmt alsdann mit dem ballistischen Galvanometer die Inductionsströme, die bei dem Entstehen und Verschwinden der magnetischen Felder in den beiden Spulen auftreten. Beobachtet man im Stromkreise der langen Spule den ballistischen Ausschlag Q_e und beim Entstehen oder Verschwinden desselben Feldes im Kreise der kurzen Spule den Ausschlag Q_k, sind ferner W_e und W_k die Widerstände der beiden Kreise, n_e die Windungszahl auf der Längeneinheit der langen Spule und N_k die gesammte Windungszahl der kurzen Spule, so ergibt sich für den Polabstand λ, welcher in diesem Zusammenhang als die Entfernung der beiderseitigen Schwerpunkte des freien Magnetismus auftritt, die Beziehung:

$$\lambda = \frac{N_k}{n_e}\,\frac{Q_e W_e}{Q_k W_k}.$$

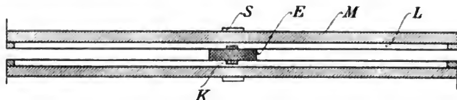
[1] G. Wiedemann, Elektricität 2. Aufl. Bd. 3, S. 559.
[2] Bouty, Journal de phys. 4. 367. 1875.
[3] Mascart, Ann. de chim. et de phys. (6) 18, 1, 1889.

Hierbei ist noch vorausgesetzt, dass die Wirkung, welche die leere Magnetisirungsspule für sich allein auf die Inductionsspulen ausübt, auf irgend eine Weise compensirt oder in Abzug gebracht ist. Ferner müssen die Verhältnisse so gewählt sein, dass die Enden der Inductionsspulen keine merklichen Correctionen verursachen, d. h. die lange Spule muss so lang sein, dass alle Inductionslinien, die aus dem Eisencylinder austreten, die Windungen schneiden und nicht theilweise die Stirnflächen der Spule durchsetzen, und umgekehrt muss die kurze Spule so kurz sein, dass alle Inductionslinien durch ihre Stirnflächen gehen.

Mascart hat auf diese Weise, indem er zwei ballistische Galvanometer gleichzeitig beobachtete, an Eisen- und Stahlcylindern von verschiedenem Dimensionsverhältniss in Feldern von 1 bis 60 (C. G. S.) einige Messungen angestellt und findet, dass die Pole mit wachsender Feldstärke näher an die Enden rücken. Er bemerkt auch Unterschiede in der Pollänge je nach der Art, wie die Magnetisirung ausgeführt wird, ob durch Schliessen oder Commutiren des primären Stromes u. s. w.

Die folgenden Beobachtungen über die Poldistanz von Eisen- und Stahlcylindern sind im wesentlichen nach der Mascart'schen Methode ausgeführt. Es wurden nur einige Abänderungen getroffen. So habe ich es einmal vorgezogen, die Inductionsstösse in der langen und in der kurzen Spule zeitlich hinter einander zu beobachten, so dass nur ein ballistisches Galvanometer nöthig war. Diess Verfahren hat auch den Vortheil, dass sich die Inductionsströme in den beiden Spulen nicht gegenseitig beeinflussen können. Es ist alsdann jedoch unerlässlich, dass man bei jeder Herstellung eines neuen Feldes sehr oft den primären Strom unterbricht oder umkehrt, bevor man mit der eigentlichen Beobachtung beginnt.

Sodann habe ich es für zweckmässiger gehalten, die Reihenfolge der Inductionsspulen umzukehren und den Eisencylinder zunächst mit der langen Spule L zu umgeben. Denn die kurze Spule soll die ge-



sammte Zahl der Inductionslinien messen, die überhaupt im Eisen erzeugt werden. Diess geschieht bei längeren Stäben auch noch genau genug, wenn die Spule bei hinreichender Kürze etwas weiter vom Eisen absteht, vorausgesetzt dass sie genau auf der Mitte des Cylinders angebracht ist. Die lange Spule bestimmt dagegen den Austritt der Inductionslinien aus der Oberfläche des Eisens und muss möglichst mit

dieser zusammenfallen. Im vorliegenden Falle bestand sie deshalb nur aus einer einzigen Lage Kupferdraht von 0.5 mm Durchmesser, die auf ein Messingrohr von 0.5 mm Wandstärke gewickelt war. Die lichte Weite des Rohres war so eng gewählt, als der Eisencylinder es erlaubte. Für die verschieden dicken Cylinder wurden drei solcher Rohre von 0.3, 0.6 und 1.0 cm lichter Weite benutzt, die in einer Länge von 50 cm mit einer Lage Kupferdraht bewickelt waren.

Auf die Mitte dieser langen Spulen wurde alsdann unmittelbar die kurze Spule *K* aus Kupferdraht von 0.25 mm Durchmesser in vier oder sechs Lagen gewickelt. Die Länge der kurzen Spulen betrug bei dem letzten Rohr 1.3 cm, bei den anderen beiden 2 cm. Die folgende Zusammenstellung enthält die Windungszahlen n_e und N_k, sowie die Widerstände der verschiedenen Inductionsspulen.

Weite des Rohrs	Lange Spule		Kurze Spule	
	$50\,n_e$	Widerstand in Ohm	N_k	Widerstand in Ohm
0.3 cm	754	1.10	288	2.95
0.6	750	1.60	305	4.22
1.0	783	2.70	132	2.56

Der zu untersuchende Eisencylinder *E* wurde in die Mitte des betreffenden Messingrohrs gebracht und das Ganze alsdann in eine Magnetisirungsspule *M* gesteckt, die auf ein Messingrohr von 1.6 innerm und 2.0 äusserm Durchmesser gewickelt war. Die Spule enthielt auf einer Länge von 50 cm in 12 Lagen 6138 Windungen eines Kupferdrahts von 0.8 mm Durchmesser, dessen Widerstand 19.4 Ohm betrug. Die Feldstärke berechnet sich also nach der Gleichung

$$H = 1543\,i \text{ [C.G.S.]}.$$

i bezeichnet hier die Stärke des primären Stromes in [C-G-S], die an einem Praecisions-Ampèremeter von Siemens & Halske abgelesen wurde.

Mit Hülfe eines Commutators konnte sowohl die lange, als auch die kurze Inductionsspule mit dem ballistischen Galvanometer verbunden werden. Nachdem alsdann noch der geringe Unterschied in dem Widerstande der beiden Spulen durch einen Rheostaten ausgeglichen war, wurde der Ausschlag des ballistischen Galvanometers bei einer bestimmten Stromstärke im primären Kreise für beide Inductionsspulen nach einander zuerst beim Schliessen oder Öffnen des primären Kreises, sodann beim Commutiren beobachtet. War auf diese Weise eine Beobachtungsreihe vollendet, so wurde der Eisenkörper entfernt und in ähnlicher Art der Einfluss der Magnetisirungsspule allein bestimmt. Dieser war bei den Rohren von 0.3 und 0.6 cm Weite ziemlich gleich gross für die beiden Inductionsspulen und betrug im Maximum noch

nicht 10 Procent der Werthe, die man erhielt, wenn ein Eisencylinder in der Spule lag. Bei dem dritten Rohr war besonders die Wirkung auf die lange Spule gross und übertraf den Ausschlag der kurzen Spule etwa um das Vierfache. Im Maximum mussten 18 Procent von dem Ausschlag für die Wirkung der Magnetisirungsspule in Abzug gebracht werden.

Bei den meisten Beobachtungen lag das Galvanometer im Nebenschluss zu der Inductionsspule. Das Verhältniss der Widerstände wurde dabei nach Bedarf geändert und die Empfindlichkeit der verschiedenen Schaltungen aus der Wirkung der eisenfreien Magnetisirungsspule bestimmt.

Die Magnetisirungsspule war in der II. Abtheilung der Reichsanstalt mit einer Normalspule verglichen worden. Sie diente gleichzeitig zur Aichung und Controlirung des Galvanometers. Zu diesem Zweck war noch eine secundäre Spule S von 144 Windungen und 17.2 Ohm Widerstand über die Mitte der Magnetisirungsspule gewickelt, für die sich

$$4\pi^2 n_p r^2 = 10480$$

ergeben hatte, wo n_p die Windungszahl/cm und r den Radius der mittleren Windungsfläche bedeutet.

Cylinder von 0.3 cm Durchmesser.

Zuerst wurden vier Cylinder von 0.3 cm Durchmesser und 15 cm Länge untersucht, von denen je einer aus Schmiedeeisen und Stahlguss gedreht war, während die beiden anderen aus zwei verschiedenen Sorten Stahl bestanden. Die folgende Tabelle enthält die Resultate dieser Beobachtungen.

Temporäre Magnetisirung			Totale Magnetisirung			
H	Jq	λ	H	Jq	λ	k'
			Schmiedeeisen			
0.46	1.23	10.86	0.46	1.43	10.86	44.08
3.10	11.17	10.79	3.10	12.14	10.87	55.40
6.17	24.45	10.66	6.17	25.48	10.81	58.43
13.9	55.25	10.80	13.9	56.98	10.82	58.00
22.7	74.63	11.21	22.7	75.30	11.25	46.94
42.3	80.16	12.31	42.3	80.42	12.38	26.90
61.7	82.68	12.86	61.7	82.94	12.81	19.02
109.5	86.97	13.48	109.2	87.52	13.36	11.34
171.7	89.32	13.79	170.3	89.54	13.73	7.44
			Stahlguss			
0.46	0.731	11.47	0.46	0.784	11.37	24.13
3.10	6.048	11.20	3.10	7.072	11.04	32.28
6.17	14.44	11.05	6.17	18.05	10.90	41.39
13.9	41.71	11.00	13.9	48.66	10.92	49.53
22.7	61.10	11.22	22.7	65.74	11.19	40.98
42.2	75.14	12.11	42.2	80.76	12.02	27.08
61.6	79.54	12.72	61.6	85.29	12.58	19.59
109.5	85.80	13.51	109.1	91.06	13.24	11.81
172.2	89.22	13.93	170.5	97.90	13.66	7.94

Temporäre Magnetisirung			Totale Magnetisirung			
H	Jq	λ	H	Jq	λ	k'
Stahl I						
0.46	0.320	12.17	0.46	0.324	12.17	9.97
3.10	2.129	12.15	3.10	2.316	11.92	10.57
6.17	4.539	12.02	6.17	5.411	11.72	12.41
13.9*	10.82	11.91	13.9*	20.38	11.16	20.75
22.7	20.26	11.70	22.7	40.06	11.13	25.55
42.4*	35.68	12.70	42.4*	65.56	11.71	21.83
61.7	39.30	13.74	61.7	73.08	12.31	16.76
109.5	44.63	15.18	109.2	80.57	13.20	10.44
171.7	48.94	15.88	170.3	85.03	13.70	7.07
Stahl II						
0.46	0.252	12.36	0.46	0.255	12.21	7.86
3.10	1.665	12.23	3.10	1.757	12.08	8.02
6.11	3.485	12.15	6.11	3.977	—	9.21
22.4	17.02	11.76	22.4	48.28	10.84	30.50
60.6	40.30	14.30	60.6	89.30	12.31	20.85
108.0	45.59	15.86	101.4	94.09	13.16	13.13
159.2	48.82	16.53	158.1	97.10	13.69	8.69

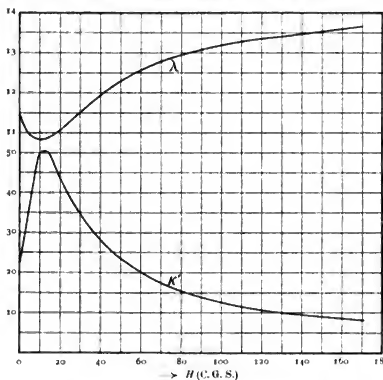
In der Tabelle bezeichnet H die Feldstärke in [C. G. S], die aus der Ablesung des Strommessers und der Windungszahl der Magnetisirungsspule berechnet wurde, λ den Polabstand, der sich nach der oben angegebenen Formel aus dem Verhältniss der ballistischen Ausschläge für die lange und kurze Inductionsspule ergibt. Ferner bedeutet Jq (das Product aus Magnetisirung und Querschnitt) das Moment der Längeneinheit in der Stabmitte und k' den Quotienten $J:H$, d. h. den Magnetisirungscoefficienten. Dieser bezieht sich in Folge dessen auf die ungescheerte Curve, da bei der Berechnung die entmagnetisirende Kraft des Magnets nicht berücksichtigt ist[1]. Jq ist aus dem Ausschlag der kurzen Inductionsspule berechnet, das Gesammtmoment $Jq\lambda$ würde dem Ausschlag der langen Spule entsprechen.

Die Angaben beziehen sich einmal auf die temporäre Magnetisirung, die beim Öffnen oder Schliessen des primären Stromkreises beobachtet wird, sodann auf die totale Magnetisirung, deren doppelter Werth durch Umkehrung des primären Stromes erhalten wurde. Bei jeder Beobachtung wurde der Ausschlag auf beiden Seiten der Ruhelage beobachtet.

Die Resultate, welche sich für die totale Magnetisirung ergeben haben, lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass der Polabstand der 15 cm langen Stäbe zwischen den Werthen 10.8 und 13.7 cm schwankt, im Verhältniss zur Gesammtlänge also zwischen 0.72 und 0.91, und dass er im allgemeinen bei wachsender Feldstärke zuerst abnimmt, später aber wieder wächst. Das Minimum wird da erreicht, wo der Magnetisirungscoefficient k' sein Maximum besitzt; dieser ändert sich

[1] Von der normalen Magnetisirungscurve sehe ich vorläufig ab; ich gedenke darauf bei einer anderen Gelegenheit einzugehen.

überhaupt stets im umgekehrten Sinne wie λ. Im Anfang der Magnetisirungscurve variirt die Poldistanz am wenigsten bei Schmiedeeisen, wo der Magnetisirungscoefficient am grössten ist und sich verhältnissmässig am wenigsten ändert: am stärksten dagegen nimmt λ entsprechend der grossen Zunahme von k' beim Stahl zu. Im zweiten Theil der Magnetisirungscurve ist die Zunahme von λ entsprechend der gleichartigen Abnahme von k' bei allen untersuchten Cylindern nahezu dieselbe.



Hierbei ist noch zu bemerken, dass alle Ursachen, welche die Magnetisirung verändern, wie z. B. remanenter Magnetismus von voraufgegangenen Magnetisirungen, auch die Vertheilung beeinflussen. Bei den vorliegenden Beobachtungen wurden die Cylinder möglichst durch Stromwechsel vorher entmagnetisirt. Es sind aber trotzdem noch kleine Abweichungen aufgetreten, wenn die Beobachtungen nicht in einem Zuge hinter einander ausgeführt wurden. So fallen z. B. auch die mit * versehenen Werthe von Stahl I, die nachträglich bestimmt worden sind, etwas aus der Curve der übrigen Werthe heraus.

Der für die temporäre Magnetisirung berechnete Polabstand verhält sich im allgemeinen ähnlich, soweit keine Remanenz in Frage kommt, d. h. also bei Schmiedeeisen und Stahlguss fast während des ganzen Verlaufes und bei Stahl auf dem ersten Theil der Magnetisirungscurve. Tritt aber starker remanenter Magnetismus auf, so ist der Polabstand für die temporäre Magnetisirung immer grösser als für die totale und wächst in starken Feldern bei Stahl sogar scheinbar über die Stablänge hinaus.

Eine ähnliche Erscheinung liesse sich beim Schmiedeeisen in der Weise hervorrufen, dass man eine Magnetisirungsspule mit zwei getrennten Wickelungen benutzte, mit der einen zunächst ein Feld von mittlerer Stärke hervorbrächte und mit der anderen alsdann eine Zusatzkraft erzeugte.

Cylinder von 0.6 und 1.0 cm Durchmesser.

Von den Cylindern mit 0.6 cm Durchmesser, die zur Untersuchung gelangten, hatte der eine aus Schmiedeeisen eine Länge von 15 cm, der andere aus Stahl eine solche von 18 cm. Beide Cylinder sind ebenso wie die unten erwähnten Formen, nicht besonders für den vorliegenden Zweck angefertigt, sondern stammen von früheren Untersuchungen her. Die folgende Tabelle gibt die Resultate für die beiden Cylinder von 0.6 cm Durchmesser in der früheren Anordnung.

Temporäre Magnetisirung			Totale Magnetisirung			
H	Jq	λ	H	Jq	λ	k'
Schmiedeeisen (15 cm Länge)						
0.62	1.66	11.33	0.62	1.96	11.24	11.19
6.14	27.30	11.12	6.14	29.76	10.96	17.14
22.9	115.4	10.81	22.9	120.1	10.91	18.55
62.5	278.0	10.94	62.5	284.5	10.95	16.10
82.5	315.0	11.28	82.5	319.6	11.31	13.70
173.7	355.1	12.43	173.7	356.1	12.39	7.25
Stahl (18 cm Länge)						
0.62	0.893	14.59	0.62	0.898	14.62	5.12
6.14	9.613	14.45	6.14	10.71	14.23	6.17
22.8	45.47	14.00	22.8	74.91	13.33	11.62
61.7	176.5	13.79	61.7	273.7	13.39	15.69
110.0	240.7	15.19	109.5	342.7	14.22	11.07
172.3	265.4	16.32	170.6	383.0	15.51	7.94

Der Verlauf von λ und k' ist im allgemeinen auch derselbe, nur sind die Curven für beide Grössen abgeflachter. Für Stahl liegen die beobachteten Werthe etwas weit vom Maximum von k' ab, und ich füge deshalb hier noch ein Paar zusammengehöriger Werthe von λ und k' hinzu, die auf graphischem Wege interpolirt worden sind: für $H = 40$ ist $\lambda = 13.15$ und $k' = 16.5$.

Die folgende Tabelle enthält drei Beobachtungsreihen für Cylinder vom Dimensionsverhältniss 10 ($l = 10$, $d = 1.0$ cm), von denen sich eine auf einen frisch geglühten Cylinder aus hartem, kohlenstoffreichem Eisen bezieht und zwei auf einen Stahlstab, der inzwischen auch geglüht wurde.

Temporäre Magnetisirung			Totale Magnetisirung			
H	Jq	λ	H	Jq	λ	k'
Hartes Eisen (frisch geglüht)						
0.46	1.127	8.28	0.46	1.138	8.35	3.15
3.10	7.589	8.24	3.10	8.132	8.18	3.34
6.17	16.32	8.09	6.17	17.83	8.10	3.68
22.6	72.67	8.08	22.6	78.81	8.07	4.44
61.4	214.6	8.06	61.4	221.8	8.04	4.60
108.7	390.3	8.05	108.3	402.3	8.04	4.73
170.6	621.5	8.05	169.7	630.4	8.06	4.73

Temporäre Magnetisirung			Totale Magnetisirung			
H	*Jq*	λ	*H*	*Jq*	λ	*k'*
Stahl						
0.46	1.17	8.29	0.46	1.17	8.37	3.30
3.10	7.534	8.27	3.10	7.621	8.22	3.13
6.17	15.05	8.25	6.17	15.31	8.21	3.16
22.6	58.08	8.18	22.6	62.13	8.16	3.50
61.4	174.1	8.11	61.4	193.4	8.08	4.01
109.2	335.2	8.06	108.4	364.4	8.10	4.28
170.9	537.0	8.07	169.4	572.1	8.08	4.30
Stahl (frisch geglüht)						
0.46	1.31	8.23	0.46	1.315	8.24	3.64
3.10	8.181	8.17	3.10	8.205	8.16	3.37
6.17	16.27	8.17	6.17	16.38	8.16	3.38
22.6	61.67	8.15	22.6	64.79	8.14	3.65
61.4	178.8	8.03	61.4	194.8	8.08	4.04
109.1	339.7	8.05	108.6	370.2	8.05	4.34
171.2	550.8	8.08	169.4	582.7	8.10	4.38

Bei dem Eisencylinder finden wir entsprechend der langsamen Zunahme von k' eine fortdauernde, aber geringe Abnahme von λ. Ähnlich, aber weniger regelmässig verlaufen die Werthe von λ bei dem Stahlcylinder. Doch sind die Unregelmässigkeiten nur gering und fallen zum grössten Theil in die Grenzen der Beobachtungsfehler.

Wir können danach das Schlussergebniss in folgender Fassung aussprechen: der Polabstand des inducirten Magnetismus ist nur bei sehr kleinem Dimensionsverhältniss des Cylinders annähernd constant, im allgemeinen ändert er sich im umgekehrten Sinne wie der Magnetisirungscoefficient k' der ungescheerten Magnetisirungscurve in ziemlich weiten Grenzen.

Es ist interessant, dieses Resultat mit dem Falle des offenen Ringes zu vergleichen, der von du Bois[1] theoretisch und darauf von Lehmann[2] experimentell behandelt worden ist. Letzterer hat einen Ring aus Schmiedeeisen in geschlossener Form und bei verschiedenen »Schlitzweiten« untersucht und hierbei auch den Hopkinson'schen Streuungscoefficienten für den offenen Ring bestimmt, d. h. das Verhältniss aller im Eisen erzeugten Inductionslinien zu derjenigen Anzahl, die den Luftzwischenraum durchsetzt. Der reciproke Werth entspricht in mancher Beziehung dem Polabstand des Cylinders, der bei wachsender Streuung offenbar abnehmen muss. Bei den grössten Werthen der angewandten »Schlitzweiten« findet Lehmann, dass der Streuungscoefficient etwa bis zur halben Sättigung constant ist, darauf aber mit wachsender Feldstärke abnimmt. Die bezüglichen Beobachtungsreihen lassen sich sehr gut mit meiner Untersuchung des schmiedeeisernen Cylinders vom Dimensionsverhältniss 50 vergleichen. Sogar die schwache Abnahme des

[1] du Bois, Wied. Ann. 46. 485. 1892.

[2] Lehmann, ebendas. 48. 406. 1893.

Polabstandes, die am Anfang der Magnetisirungscurve auftrat, ist in der Beobachtungsreihe für den Ring angedeutet. Nun ergibt sich aber ferner aus meinen Messungen, dass jener schmiedeeiserne Cylinder nur einen Grenzfall bildet und dass im allgemeinen der Polabstand bei anderen Eisensorten oder anderen Dimensionsverhältnissen am Anfang der Magnetisirungscurve viel stärker abnimmt. Ich sehe darin eine Bestätigung der Einwände, die Culmann[1], von anderen Gesichtspunkten ausgehend, gegen die Verallgemeinerung der Lehmann'schen Resultate erhoben hat. Namentlich werden diese auf die Fälle der Praxis, wo die magnetischen Kreise meist nur unvollkommen geschlossen sind, nur geringe Anwendung finden.

Nach den Ergebnissen, die ich für die Cylinder gefunden habe, lässt sich ohne weiteres für jeden unvollkommen geschlossenen magnetischen Kreis die Feldstärke angeben, wo das Maximum der Streuung auftritt, sobald man die Magnetisirungscurve kennt. Denn hieraus ergibt sich auch k' als Function der Feldstärke, und das Maximum von k' fällt mit dem Maximum der Streuung zusammen. Allgemein liesse sich für jede Feldstärke die zugehörige Streuung numerisch finden, wenn es gelänge, für die Vertheilung der Magnetisirung die Green'sche Berechnung, die von Maxwell[2] in seinem Lehrbuch weiter ausgeführt ist, ohne die beschränkenden Voraussetzungen durchzuführen. Denn hiernach ist die Pollänge eines Cylinders im wesentlichen auch von dem Magnetisirungscoefficienten abhängig.

Ellipsoide.

Als Anhang theile ich zum Schluss noch einige Beobachtungen mit, die an Ellipsoiden vom Dimensionsverhältniss 25 und 10 angestellt worden sind. Diese Messungen wurden hauptsächlich deshalb ausgeführt, um zu sehen, ob die Pollänge der Ellipsoide für alle Feldstärken constant ist, wie die Theorie es verlangt.

Folgende Tabelle enthält die Resultate.

H	λ Temporäre Magnetisirung	λ Totale Magnetisirung	H	λ Temporäre Magnetisirung	λ Totale Magnetisirung
Ellipsoide von 15 cm Länge und 0.6 cm Dicke					
Schmiedeeisen			Stahl		
0.62	10.11	10.12	0.62	10.18	10.03
6.14	10.15	10.15	6.15	10.02	10.03
23.0	10.03	10.01	22.8	10.05	10.06
62.6	9.95	9.99	61.9	10.06	9.99
82.4	10.03	10.01	109.7	10.07	10.00
173	9.81	9.84	170	9.98	10.02

[1] P. Culmann, Wied. Ann. 48. 380. 1893.

[2] Maxwell, Lehrbuch; deutsche Ausgabe Bd. 2 S. 85.

H	λ Temporäre Magnetisirung	λ Totale Magnetisirung	H	λ Temporäre Magnetisirung	λ Totale Magnetisirung
Ellipsoide von 10 cm Länge und 1 cm Dicke					
Hartes Eisen			Stahl		
0.46	7.24	7.24	0.46	7.29	7.24
3.10	7.15	7.12	3.10	7.15	7.14
6.17	7.11	7.10	6.17	7.16	7.15
22.6	7.14	7.16	22.6	7.16	7.18
61.5	7.11	7.17	61.3	7.15	7.17
109	7.15	7.15	108.5	7.15	7.14
171	7.18	7.16	170	7.13	7.16

Hiernach ergibt sich für die langen Ellipsoide ein Polabstand, der mit dem berechneten Werth gut übereinstimmt, für die kurze Form liefert die Versuchsanordnung einen grössern Werth. In beiden Fällen ist aber der Polabstand merklich constant. Denn die geringen Unterschiede zwischen den einzelnen Werthen jeder Reihe erklären sich zur Genüge durch Beobachtungsfehler oder geringe Ungleichmässigkeit der Probekörper.

Eine etwas grössere Abweichung zeigen allerdings im letztern Falle die Werthe für die kleinste der angewandten Feldstärken, die zu demjenigen Gebiete gehört, wo die Magnetisirung eine starke zeitliche Verzögerung erfährt. Es sind jedoch noch eingehendere Messungen in diesem Bereiche nothwendig, ehe man allgemein schliessen könnte, dass mit der zeitlichen Verzögerung eine andere Vertheilung der Magnetisirung verbunden wäre.

Sehen wir deshalb von diesen Werthen vorläufig ab, so bilden die vorliegenden Messungsergebnisse eine einwandsfreie Widerlegung der Annahme, nach welcher die Magnetisirung bei schwachen Feldstärken zuerst nur die oberflächlichen Schichten trifft und dann allmählich mit wachsender magnetischer Kraft ins Innere eindringt. Bekanntlich wird diese Annahme meistens[1] durch Messungen an Cylindern gestützt, wo auch wir eine wechselnde Vertheilung bei verschiedenen Feldstärken fanden. Doch erklärt sich die Erscheinung hier ohne Zwang aus der Ungleichmässigkeit der Magnetisirung, und die erwähnte Hypothese lässt sich in ihrer Allgemeinheit nicht aufrecht erhalten, da dicke Ellipsoide stets über ihren ganzen Querschnitt gleichmässig magnetisirt werden, wie die gewöhnliche Theorie es verlangt.

---

[1] Vergl. hierüber z. B. die Arbeiten von Grotrian in Wied. Ann. 50, 705; 52, 735; 54, 452; 1893—1895.

Ausgegeben am 24. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.

XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

24. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Virchow las: Über die ethnologische Stellung der praehistorischen und protohistorischen Aegypter. (Abh.)

Es wird insbesondre gehandelt über die aufgeworfene Frage der blonden Rasse. Er entscheidet sich dahin, dass die ältesten Grabfunde für eine dunkelhaarige Bevölkerung sprechen, die jedoch von der Negerrasse ganz verschieden war. Die helle Farbe der Haare ist als eine posthume anzusehen.

2. Hr. van't Hoff überreicht sein Werk: Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie. I. Heft. Braunschweig 1898.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 14. Februar geruht, die Wahl des ordentlichen Professors der Physiologie an der hiesigen Universität und Directors des physiologischen Instituts Dr. Theodor Wilhelm Engelmann zum ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie zu bestätigen.

Ausgegeben am 10. März.

1898.

XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

3. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Schwendener las: **Über die Formveränderung eines cylindrischen Organs in Folge ungleicher Längenzunahme dreier, ursprünglich longitudinal gestellter Zonen.**

Es wurde gezeigt, dass in diesem Falle Krümmung verbunden mit Torsion, also Windung stattfindet. Das Organ nimmt die Form einer steilen Schraube an.

2. Derselbe las ferner **über die Gelenkpolster von *Phaseolus* und *Oxalis*.**

Versuche mit operirten Gelenken ergaben, dass der Turgor des Schwellgewebes durch Verdunkelung in der einen Polsterhälfte gesteigert, in der anderen herabgesetzt wird. Dieses Verhalten stimmt mit dem früher für *Mimosa* beschriebenen überein.

3. Hr. L. Boltzmann übersendet eine Mittheilung **über vermeintlich irreversibele Strahlungsvorgänge.**

Die Mittheilung ist eine Entgegnung auf die von Hrn. Planck in der Sitzung am 16. Dec. 1897 vorgetragene.

Über die Formveränderung eines cylindrischen Organs in Folge ungleicher Längenzunahme dreier, ursprünglich longitudinal gestellter Zonen.

Von S. Schwendener.

Durch die theoretischen Erörterungen, welche in den gemeinsam mit G. Krabbe ausgeführten »Untersuchungen über die Orientirungstorsionen der Blätter und Blüthen«[1] auf S. 14–20 der Abhandlung enthalten sind, ist, wie ich glaube, in anschaulicher Weise gezeigt worden, dass eine Krümmung in der Ebene vollständig ausreicht, um drei ursprünglich gleichen Längszonen eines geraden Organs die ihnen zukommenden ungleichen Zuwachse für beliebige Abstufungen der thatsächlichen Verlängerungen beilegen zu können. Allein die Frage, ob vielleicht die im Organ zurückbleibenden Spannungen seitliche Componenten liefern, deren Eingreifen doch noch eine Drehung bewirken könnte, blieb bei dieser Betrachtungsweise unberücksichtigt, und deshalb konnte ich selbst einige Zweifel an der Richtigkeit der erhaltenen Ergebnisse nicht unterdrücken. Eine streng analytische Lösung der gestellten Aufgabe, etwa von ingenieurwissenschaftlicher Seite, liegt aber meines Wissens auch heute nicht vor.

Da überdies auch die experimentelle Behandlung des Problems mit Hülfe von Kautschukmodellen nach den bisherigen Erfahrungen keine sicheren Resultate liefert, so schien es mir wünschenswerth, die Versuche mit besserem Material zu wiederholen. Zu diesem Behufe liess ich einen Hohlcylinder anfertigen, der aus drei verschiedenen Metallen, Eisen, Zink und Messing, zusammengefügt war. Die Anordnung dieser Metalle im Querschnitt ist aus Fig. 1 zu ersehen; eine Längsansicht des Cylinders mit den zahlreichen Schrauben, die zur Befestigung dienen, nebst übrigem Zubehör, gibt Fig. 2.

Fig. 1.



[1] Abhandl. d. Berl. Akademie d. Wiss. 1892.

Die Länge des Cylinders betrug 50^{cm}, der Durchmesser $3^{cm}.3$ und die Wanddicke $0^{cm}.3$.

Das untere Ende dieser Metallröhre war mit einem Sandsteinblock unbeweglich verbunden; am oberen wurde senkrecht zur Röhrenaxe ein Fernrohr befestigt (Fig. 2) und sodann auf eine etwa 15^{m} entfernte Scala eingestellt.

Fig. 2.



Um die Metallröhre mit heissem Oel erwärmen zu können, wurde sie noch mit einer äusseren, etwa 2^{cm} abstehenden und unten geschlossenen Hülle aus Zinkblech umgeben, in welche das vorher auf etwa 140° C. erhitzte Oel bequem eingefüllt werden konnte.

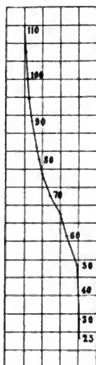
Die drei Metalle haben unter dem Einfluss der hohen Temperatur das Bestreben, sich nach Maassgabe ihrer Ausdehnungscoefficienten zu verlängern, und da diese Coefficienten verschiedene Werthe besitzen, so müssen die Wirkungen ähnliche sein, wie bei vegetabilischen Organen mit drei ungleich wachsenden Längszonen.

Für die linearen Ausdehnungen der drei Metalle bei einer Temperaturerhöhung von 0° bis 100° geben die physikalischen Lehrbücher folgende Werthe: Eisen 0.00125, Messing 0.00185, Zink 0.00294. Diese Zahlen verhalten sich annähernd wie 2 : 3 : 5 und versprechen demzufolge einen um so deutlicheren Ausschlag, als derselbe in der Regel durch die gleichzeitige Bewegung

des Fernrohrs stark vergrössert wird und auf der erwähnten Scala leicht gemessen werden kann. Nur wenn die Krümmung der Metallröhre in einer zur Axe des Fernrohrs senkrechten Ebene stattfände, würde allerdings diese Axe bloss parallel mit sich selber um etwa $2^{mm}.28$ verschoben, d. h. um eine Grösse, die sich für den Beobachter der Wahrnehmung fast entzieht. Die Visirlinie würde in diesem Fall anscheinend stets nahezu auf denselben Punkt der Scala gerichtet bleiben.

Die Beobachtungen wurden nun in der Weise ausgeführt, dass das Fadenkreuz des Fernrohrs bald nach dem Einfüllen des Oels, welches die Metallröhre auch auf der Innenseite umspülte, auf einen bestimmten Punkt der Scala eingestellt wurde. Die Temperatur betrug in diesem Anfangsstadium gewöhnlich noch 120° C. Es wurde sodann die Bewegung des Fernrohrs auf der Scala während der langsamen Abkühlung auf etwa 20° C., die ungefähr 6 Stunden in Anspruch nahm, verfolgt und von Zeit zu Zeit notirt. Dies geschieht am besten durch Bezeichnung der Punkte auf der Scala (bez. auf einer Copie derselben), welche mit dem Fadenkreuz des Fernrohrs zusammenfallen. Durch Verbindung dieser Punkte erhält man die Bewegungscurve. In Fig. 3 ist eine solche Aufnahme in halber natürlicher Grösse wiedergegeben und zwar speciell für den Fall, dass die Visirlinie der Richtung des Pfeiles in der Querschnittsansicht Fig. 1 entspricht. Die der Curve beigesetzten Zahlen geben die Temperaturgrade nach C. an.

Fig. 3.



Um zu ermitteln, ob die Metallröhre bei gewissen Orientirungen scheinbar unbeweglich bleibt, weil sie vielleicht bloss eine seitliche Krümmung nach rechts oder links erfährt, wurde dieselbe mit dem Sandsteinblock auf der Unterlage gedreht und dadurch in sehr verschiedene Stellungen gebracht, so dass die Visirlinie, vom Centrum aus nach der Scala gezogen (wie in Fig. 1 der Pfeil), die Röhrenwand bald im Eisen, bald im Zink u. s. w., und zwar an verschiedenen Punkten, durchsetzte. Für jede neue Orientirung wurde sodann die Bewegungscurve durch eine Reihe von Beobachtungen festgestellt.

Das wichtigste Resultat der angestellten Versuche lässt sich nun in die Worte fassen: die Metallröhre wird durch Erwärmen zugleich gekrümmt und tordirt. Sie stellt im erhitzten Zustande einen steil gewundenen Cylinder dar, welcher bei der Abkühlung sich wieder gerade streckt.

Die lineare seitliche Bewegung, welche das obere Ende der Röhrenaxe bei der Erwärmung — und in entgegengesetzter Richtung auch bei

der Abkühlung — beschreibt, beträgt in Wirklichkeit etwa 2mm28, die damit verbundene Neigungsänderung des Fernrohrs für den Fall, dass die Krümmungsebene mit der Visirlinie zusammenfällt, etwa 31 Minuten. Dagegen erreicht die gleichzeitige Torsion um die Axe im Maximum nur etwa 7 Minuten. Die der Erwärmung entsprechende Torsionsrichtung ist nach botanischer Terminologie rechtswendig, d. h. sie vollzieht sich in der Richtung, in welcher auf dem Querschnitt Zink, Messing, Eisen auf einander folgen. Es entspricht dies der fallenden Reihe der Ausdehnungscoefficienten, bez. ihrer Verhältnisszahlen (5, 3, 2).

Der Weg, den das Axenende während einer gleichmässigen Abkühlung zurücklegt, muss hiernach sehr annähernd eine gerade Linie sein. Dasselbe gilt natürlich auch von der Bahn, welche das Fernrohr auf der Scala beschreibt. Thatsächlich erfolgt nun aber die Abkühlung keineswegs vollkommen gleichmässig. Das erhitzte Oel ist nämlich im oberen Theil der cylindrischen Hülle schon bald nach dem Eingiessen erheblich wärmer als im unteren, und dieser variable Temperaturunterschied erreicht zuweilen 20–25° C. In diesem Übelstande liegt jedenfalls eine der Ursachen, vielleicht die einzige, durch welche die gerade Linie zu einer schwach S-förmig gekrümmten Curve wird. Es hätte indessen keinen Zweck, hier näher auf solche, im ganzen doch unwesentliche Factoren einzugehen.

Die Frage, ob unter den Eingangs bezeichneten Bedingungen Krümmung mit oder ohne Torsion eintrete, ist damit im Princip zu Gunsten der letzteren entschieden; die Krümmung ist stets mit Torsion verbunden. Allein das Maass der Krümmung sowohl wie der Drehung bleibt für den einzelnen Fall unbestimmt. Auch wird bei wachsthumsfähigen Organen zu prüfen sein, ob vielleicht besondere Eigenschaften, wie z. B. die Rectipetalität im Sinne Vöchting's, die Wachsthumsvorgänge mit beeinflussen.

2. Untere Polsterhälfte allein wirksam.

Winkelwerth um 9^h20^m bei Tagesbeleuchtung = 90°, nach zweistündiger Verdunkelung noch 80° und nach etwa einstündiger Wiederbeleuchtung 85°.

Die Verdunkelung bewirkt also Zunahme der Turgescenz in der oberen, Abnahme in der unteren Polsterhälfte.

Ganz übereinstimmende Ergebnisse hatte ich schon Anfangs Juli 1887 erhalten (daneben allerdings auch abweichende). Allein damals kannte ich die Bewegungen der *Mimosa*-Gelenke noch nicht auf Grund eigener Untersuchungen; es fehlte mir also ein zuverlässiges Beispiel für analoge Reactionen. Deshalb hielt ich auch die nach heutiger Beurtheilung gelungenen Versuche, obschon sie zu bestimmt formulirbaren Bedenken keine Veranlassung gegeben hatten, nicht für einwandsfrei.

Über die Versuche mit *Oxalis* kann ich mich kurz fassen, da sie in den Hauptpunkten zu übereinstimmenden Ergebnissen geführt haben. Es konnte mit aller Sicherheit constatirt werden, dass die Blättchen mit operirten Gelenken, gleichviel ob die obere oder untere Hälfte entfernt war, die Bewegungen der Tagesperiode in demselben Sinne vollziehen wie die unverletzten, nur mit geringerem Ausschlag. In der unteren Gelenkhälfte findet demnach beim Übergang in die Tagesstellung Turgorsteigerung, in der oberen dagegen Turgorverminderung statt; umgekehrt bei der abendlichen Senkung.

Auf Verdunkelung und Wiederbeleuchtung reagiren die Blättchen der *Oxalis*-Arten meist etwas träge, jedoch in unzweideutiger Weise. Nur dürfen die Versuche nicht unmittelbar nach der Operation angestellt werden. Als Beispiel mögen hier einige auf *Oxalis tetraphylla* Cav. bezügliche Beobachtungen mitgetheilt werden.

Am 14. Juni 1897, Vormittags 10^h, war die obere Polsterhälfte eines Blättchens entfernt worden. Am folgenden Tage, 8^h45^m Vormittags, bildete die Mittelrippe des operirten Blättchens mit dem Blattstiel einen Winkel von 124°. Die drei anderen Blättchen befanden sich in normaler Tagesstellung. Nun wurde die Pflanze verdunkelt. Hierauf senkte sich das operirte Blättchen bis 10^h20^m um 26°, bis 12^h um weitere 11 Grade, so dass der Beobachtungswinkel jetzt nur noch 87° betrug. Die unversehrt gebliebenen Blättchen hatten inzwischen ziemlich vollständige Schlafstellung angenommen.



Nach Wiederherstellung der Tagesbeleuchtung hob sich das operirte Blättchen binnen 50^m um 11°.

In gleicher Weise ergab die Beobachtung eines Blättchens, dessen Gelenkpolster der unteren Hälfte beraubt war, eine deutliche Senkung als Folge der Verdunkelung und eine darauf folgende Hebung im Tageslicht. Von den hierauf bezüglichen Specialbeobachtungen sei im Folgenden ein bestimmter Fall wiedergegeben.

Am 31. Mai 1897, um 12^h40^m, war die untere Polsterhälfte eines Blättchens entfernt worden. Das operirte Blättchen hing zuerst etwas schlaff herab und war auch Nachmittags 3^h40^m noch um etwa 80° nach unten geneigt.

Am Morgen des folgenden Tages, am 1. Juni um 9^h15^m, stand das operirte Blättchen nur wenig tiefer als die nicht operirten. Von 9^h50^m bis 10^h20^m wurde jetzt die Pflanze durch Überdecken mit einem Zinkcylinder vollständig verdunkelt. Um 10^h20^m waren alle Blättchen, auch das operirte, deutlich gesenkt. Der Zinkcylinder wurde nun wieder abgehoben.

Am 2. Juni, 9^h15^m Morgens, zeigten alle Blättchen, auch das operirte fast genau, normale Tagesstellung.

Durch nachträgliche mikroskopische Untersuchung wurde festgestellt, dass die untere Polsterhälfte wirklich bis in die unmittelbare Nähe des centralen Gefässbündels abpraeparirt war.

Bezüglich der gewöhnlichen Tagesperiode nichtoperirter Blätter sei noch bemerkt, dass die abendliche Senkung Anfangs Juli bald nach 4 Uhr begann und gegen 9 Uhr ihren tiefsten Stand erreichte, während die Hebung früh Morgens, etwas vor halb 4 Uhr, ihren Anfang nahm und um 8 Uhr bis zur vollen Tagesstellung vorgeschritten war. Während der Nacht und bei constanter Beleuchtung auch am Tage blieben die Blättchen bewegungslos.

Ausser der im Vorstehenden erwähnten *Oxalis tetraphylla* Cav. wurden noch *O. grandifolia* DC., *lasiandra* Zucc., *esculenta hort.* und *Valonii hort.* (?) theils anatomisch in Bezug auf das Verhalten des Polsterparenchyms, theils auch physiologisch mit Rücksicht auf die Hebungen und Senkungen operirter Gelenke untersucht. Da jedoch die erhaltenen Resultate mit den oben geschilderten in allen wesentlichen Punkten übereinstimmen, halte ich die Wiedergabe der diesbezüglichen Aufzeichnungen für überflüssig.

Dagegen sei noch bemerkt, dass es rathsam ist, bei solchen Versuchen das directe Sonnenlicht abzublenden, weil dasselbe sofort eine erhebliche Senkung der Blättchen, also eine Annäherung an die Schlaf-

stellung bewirkt, was unter Umständen zu Täuschungen Veranlassung geben kann. Das diffuse Tageslicht ist vollkommen ausreichend, um die normale Ausbreitung der Blättchen herbeizuführen.

Im Anschluss an diese Beobachtungen an Blättern, deren Gelenkpolster der oberen oder unteren Hälfte beraubt waren, mag hier noch über einige Versuche berichtet werden, welche im Sommer 1895 mit *Phaseolus* angestellt wurden, um zu ermitteln, ob die Polsterrinde für sich allein auf Schwankungen der Lichtintensität noch zu reagiren vermag. Zu diesem Behufe wurde das centrale Gefässbündel mittelst einer Glasröhre von entsprechendem Durchmesser der Länge nach herausgebohrt und die Versuchspflanze hierauf in gewohnter Weise verdunkelt, dann wieder beleuchtet. Das Ergebniss war, dass das Polster namentlich in seinem obersten, an die Blattspreite grenzenden Theil paratonisch empfindlich blieb, was sowohl an der Krümmung derselben als auch an der Hebung und Senkung der Blattmittelrippe deutlich zu erkennen war.

Über einen hierhergehörigen Specialfall mag hier noch des näheren berichtet werden.

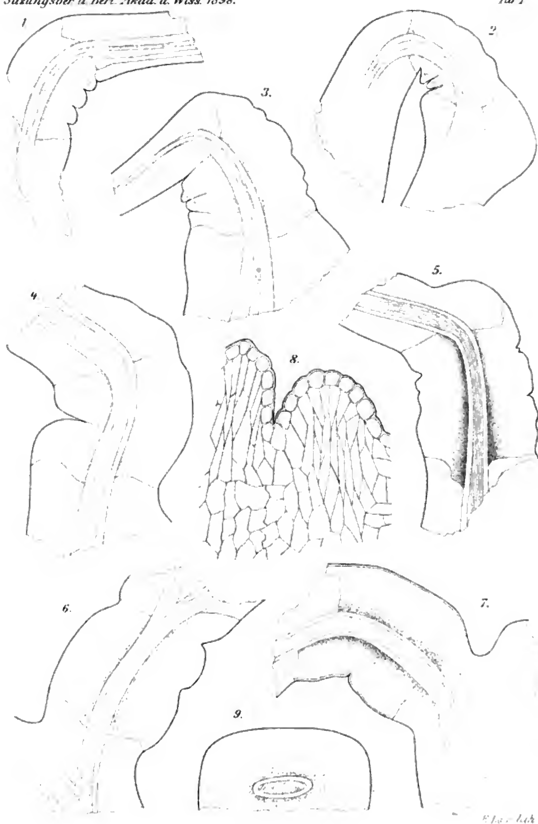
Am 24. Juni 1895 wurde aus dem Gelenk das Gefässbündel und die umgebende Intercellularen führende Rinde mittelst einer Glascapillare herausgebohrt und die zugehörige Blattspreite, um eine Überbelastung des operirten Polsters zu verhüten, durch Wegschneiden mit der Scheere verkleinert. Von $11^h 15^m$ bis Abends $6^h 30^m$ blieb alsdann das Blatt im Dunkelschrank. Während dieser Zeit senkte sich die Blattmittelrippe um etwa 25°, und der oberste Theil des Polsters war am Abend deutlich nach unten gekrümmt.

Am anderen Morgen um 10^h zeigte das Blatt wieder die ursprüngliche Stellung; es hatte sich also um 25° gehoben.

In anatomischer Hinsicht bieten die Gelenkpolster von *Phaseolus* keine nennenswerthen Besonderheiten; aber die histologischen Charakterzüge, welche allen typischen Gelenken zukommen[1], sind auch hier in voller Ausprägung zu beobachten.

Bei *Oxalis* ist dagegen das Verhalten der unteren Hälfte im Gelenk der Blättchen bemerkenswerth. Hier bilden sich nämlich beim Übergang in die Schlafstellung einspringende Querfalten, welche einigermaassen an die Hautfalten menschlicher Fingergelenke erinnern; mit diesen sind sie auch insofern vergleichbar, als die Faltenbildung in beiden Fällen auf einer passiven Verkürzung der concav werdenden Seite beruht.

[1] Vergl. diese Berichte, Jahrg. 1897, S. 228.



Schwendener: Gelenkpolster von Phaseolus und Oxalis.

In Bezug auf Zahl und Tiefe der Falten begegnet man mancherlei Variationen. Es gibt Gelenke mit einer einzigen tiefen Einkerbung (Fig. 4), andere mit zwei bis vier weniger tief einspringenden (Fig. 1–3). Aber alle diese Variationen stimmen darin überein, dass die Zellen an den Stellen, wo die Querfalten sich bilden, radial zusammengedrückt und die Wände zum Theil verbogen erscheinen, während umgekehrt in der Mediane der Hervorragungen radiale Streckung zu beobachten ist, wobei die Zellen mehr oder weniger prosenchymatische Formen angenommen haben (Fig. 8). Diese Veränderungen sind namentlich deshalb beachtenswerth, weil sie unwiderleglich beweisen, dass die Faltenbildung auf der Concavseite in der That durch gewaltsame Zusammenpressung in longitudinaler Richtung herbeigeführt wird.

Die obere Polsterhälfte zeigt zuweilen ebenfalls Querfalten, so z. B. bei *Oxalis esculenta* und *Valonii*; doch sind dieselben weniger tief und darum nicht so augenfällig (Fig. 2, 3 und 5).

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch das Polster eines Blättchens von *Oxalis Valonii hort.* (?) in halber Schlafstellung. Auf der Unterseite drei einspringende Querfalten. Vergr. 30fach.

Fig. 2. Desgl. in voller Schlafstellung, auf der Unterseite gleichfalls drei tief einspringende Querfalten aufweisend. Vergr. 30fach.

Fig. 3. Desgl. Auf der Unterseite zwei tief einspringende Querfalten. Vergr. 40fach.

Fig. 4. Medianer Längsschnitt durch das Polster eines Blättchens von *Oxalis esculenta hort.* in halber Schlafstellung, mit nur einer tief einspringenden Querfalte auf der Unterseite. Vergr. 30fach.

Fig. 5. Desgl. in ungefährer Tagesstellung. Querfalten auf der Unter- und Oberseite vorhanden, jedoch weniger tief gehend. Vergr. 30fach.

Fig. 6. Desgl. in voller Tagesstellung; auf der Unterseite zwei wenig einspringende Querfalten. Vergr. 30fach.

Fig. 7. Desgl. in halber Schlafstellung, zeigt nur eine, mässig tiefe Querfalte auf der Unterseite. Vergr. 30fach.

Fig. 8. Medianer Längsschnitt durch einen Theil der unteren Polsterhälfte eines Blättchens von *Oxalis Valonii hort.* (?) in Schlafstellung. An den Stellen der Querfalten sind die Zellen radial zusammengedrückt und die Wände zum Theil verbogen, während in den Hervorragungen die Zellen radial gestreckt erscheinen. Vergr. 250fach. Einige Zellwände nicht deutlich beobachtet und daher etwas schematisirt.

Fig. 9. Querschnitt durch den oberen Theil des Polsters von *Oxalis esculenta hort.* Vergr. 40fach.

Über vermeintlich irreversibele Strahlungsvorgänge.

Von Ludwig Boltzmann.

Dritte Mittheilung.

§ 1. In zwei Mittheilungen an die Akademie[1] glaube ich nachgewiesen zu haben, dass in einem Vacuum oder beliebigen vollkommenen Dielektricum, welches Resonatoren ohne Ohm'schen Widerstand enthält und von absolut spiegelnden Wänden begrenzt ist, alle elektromagnetischen Vorgänge auch in genau umgekehrter Weise vor sich gehen können. Besonders evident scheint mir der Beweis in dem Falle, dass die Resonatoren aus lauter unbeweglichen, vollkommen leitenden Blechen und Drähten zusammengesetzt sind oder ohne Änderung ihrer Wirkung daraus zusammengesetzt gedacht werden können.

Hr. Planck[2] hat nun für einen Vorgang, der nichts als ein specieller Fall hiervon ist, nach einer sehr interessanten Methode die Integration der Maxwell'schen Gleichungen allgemein durchgeführt. Dass er aber aus seinen Formeln die Irreversibilität des betreffenden Vorganges ableiten zu können glaubt, scheint mir auf einem Versehen zu beruhen, wie ich im Folgenden zeigen will.

§ 2. Wir definiren die Umkehr eines Vorganges genau wie Hr. Planck a. a. O. zu Anfang des § 12. Wie dieser wählen wir den Zeitmoment der Umkehr als Zeit Null. Die Bedeutung aller von Hrn. Planck verwendeten Buchstaben lassen wir unverändert und schreiben auch die Grössen, welche sich auf den ursprünglichen Vorgang beziehen, ohne Index, wogegen wir den auf den umgekehrten Vorgang bezüglichen den Index u geben. Für das elektrische Moment des Resonators gilt dann die Gleichung:

$$f_u(t) = f(-t) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{a)}$$

Ferner müssen in dem den Resonator umgebenden Medium an jeder

[1] Vom 17. Juni und 18. November 1897.

[2] Sitzungsber. vom 16. December 1897.

Stelle des Raumes die Componenten der elektrischen Kraft X, Y, Z die Gleichungen erfüllen:

$$X_u(t) = X(-t), \quad Y_u(t) = Y(-t), \quad Z_u(t) = Z(-t).$$

Das Vorkommen der Coordinaten in den Ausdrücken X, Y, Z wurde nicht ersichtlich gemacht, da die Coordinaten im Ausdrucke rechts und links vom Gleichheitszeichen stets dieselben Werthe haben.

Hieraus folgt mittels der Gleichung 2 des Hrn. PLANCK:

$$\frac{\partial^2 F_u(t, r)}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 F(-t, r)}{\partial t^2}, \quad \frac{\partial F_u(t, r)}{\partial r} = \frac{\partial F(-t, r)}{\partial r},$$

und, da man von einem Addenden, der r gar nicht, t aber bloss linear enthält, absehen kann:

$$F_u(t, r) = F(-t, r).$$

Mit Rücksicht auf die Gleichung 20 des Hrn. PLANCK und auf unsere Gleichung a) reducirt sich dies auf:

$$\phi_u\left(t - \frac{r}{c}\right) + f\left(-t + \frac{r}{c}\right) - \phi_u\left(t + \frac{r}{c}\right)$$
$$= \phi\left(-t - \frac{r}{c}\right) + f\left(-t - \frac{r}{c}\right) - \phi\left(-t + \frac{r}{c}\right).$$

Diese Gleichung kann für alle Werthe von r und t nur erfüllt sein, wenn:

$$\phi_u(\omega) = -\phi(-\omega) - f(-\omega) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{b)}$$

für ein beliebiges Argument ω ist.

§ 3. Nun definirt Hr. PLANCK am Schlusse des § 11 einen Vorgang, den wir den Vorgang A nennen wollen, dadurch, dass er

$$f(t) = -2D \sin(k\pi) \sin\left(\frac{2k\pi t}{\mathfrak{T}} + \pi k - \vartheta\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{c)}$$

$$\phi(t) = D \cos\left(\frac{2\pi kt}{\mathfrak{T}} - \vartheta\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{d)}$$

setzt, in § 12 einen anderen (den Vorgang B) dadurch, dass er

$$f_u(t) = 2D \sin(k\pi) \sin\left(\frac{2k\pi t}{\mathfrak{T}} - \pi k + \vartheta\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{e)}$$

$$\phi_u(t) = -D \cos\left(\frac{2k\pi t}{\mathfrak{T}} + \vartheta\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{f)}$$

setzt. Die Werthe c), d) und f) erfüllen nicht die Gleichung b). Der Vorgang B ist daher nicht die Umkehr des Vorganges A, was man, wenn man will, noch dadurch verificiren kann, dass man aus den Werthen c), d), e) und f) für f und ϕ nach Hrn. PLANCK's Gleichung 20

die den Vorgängen A und B entsprechenden Functionen F und daraus mittels der Gleichungen 2 des Hrn. Planck die elektrischen und magnetischen Kräfte berechnet, welche bei dem einen und anderen Vorgange zu jeder Zeit an jeder Stelle des Raumes wirken. Man wird finden, dass keineswegs die beim Vorgange B zu irgend einer Zeit wirkenden elektrischen Kräfte identisch sind mit den beim Vorgang A zur Zeit $-t$ wirkenden und dass ebensowenig die magnetischen Kräfte gleich aber entgegengesetzt gerichtet sind.

Da also der Vorgang B nicht die Umkehr des Vorganges A ist, so ist der von Hrn. Planck gelieferte Nachweis, dass der Vorgang B unmöglich ist, kein Beweis dafür, dass die Umkehr des Vorganges A unmöglich wäre.

§ 4. Die der richtigen Umkehr des Vorganges A entsprechenden Functionen f_u und ϕ_u erhält man vielmehr, wenn man zwar gemäss unseren Gleichungen a) und c) f_u wieder durch die Gleichung e) bestimmt, ϕ_u aber gemäss unseren Gleichungen b), c) und d) gleich

$$-D\cos\left(\frac{2\pi kt}{\mathfrak{T}}+\vartheta\right)-2D\sin(\pi k)\sin\left(\frac{2\pi kt}{\mathfrak{T}}-\pi k+\vartheta\right)\,.\,.\quad g)$$

setzt.

Man kann sich leicht durch directe Rechnung überzeugen, dass bei genauer Umkehr des Vorganges A im Resonator und im Medium f und ϕ die zuletzt angegebenen Werthe haben müssen, dass aber diese jetzt auch alle von Hrn. Planck für die Möglichkeit des Vorganges gefundenen Bedingungsgleichungen erfüllen.

Davon, dass die zuletzt angegebenen Werthe von f und ϕ wirklich den dem Vorgange A gerade entgegengesetzten im Medium darstellen, überzeugt man sich durch Berechnung von F aus diesen Werthen von f und ϕ mittels der Gleichung 20 Hrn. Planck's und nachheriger Berechnung der elektrischen und magnetischen Kräfte aus F mittels der Gleichungen 2 des Hrn. Planck.

Wir wollen statt der Durchführung dieser elementaren, aber weitschweifigen Rechnungen lieber gleich allgemein nachweisen, dass die Gleichungen Hrn. Planck's niemals mit der vollkommenen Umkehrbarkeit eines Vorganges in Widerspruch stehen.

§ 5. Es seien f, ϕ und F die Functionen, welche genau wie bei Hrn. Planck einen beliebigen Vorgang, den »ursprünglichen« darstellen, von dem daher die Gleichungen 2, 4 und 20–24 Hrn. Planck's gelten. Wir definiren ferner entsprechend den Gleichungen a) und b) zwei neue Functionen f_u und ϕ_u dadurch, dass für jedes Argument ω

$$\left.\begin{aligned} f_u(\omega) &= f(-\omega) \\ \phi_u(\omega) &= -\phi(-\omega)-f(-\omega) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad h)$$

sei, woraus auch umgekehrt folgt

$$f(w) = f_u(-w)$$
$$\phi(w) = -\phi_u(-w) - f_u(-w) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{i)}$$

Aus f_u und ϕ_u leiten wir nun einen Werth F_u gerade so ab, wie F aus f und ϕ gewonnen wurde, so dass also entsprechend Hrn. Planck's Gleichung 20

$$rF_u = \phi_u\left(t - \frac{r}{c}\right) + f_u\left(t - \frac{r}{c}\right) - \phi_u\left(t + \frac{r}{c}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{k)}$$

oder nach h)

$$rF_u = \phi\left(-t - \frac{r}{c}\right) + f\left(-t - \frac{r}{c}\right) - \phi\left(-t + \frac{r}{c}\right) \quad \ldots\ldots \quad \text{l)}$$

für jeden Werth von r und t sein soll.

Endlich leiten wir einen neuen Vorgang in dem den Resonator umgebenden Medium genau so aus F_u ab, wie der »ursprüngliche« aus F abgeleitet wurde, also durch Hrn. Planck's Gleichungen 2. Ebenso sei auch für den neuen Vorgang das elektrische Moment des Resonators zu jeder Zeit t

$$f_u(t) = f(-t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{m)}$$

Berechnet man aus dem Werthe l) von F_u nach Hrn. Planck's Gleichungen 2 die elektrischen und magnetischen Kräfte in dem den Resonator umgebenden Medium, so sieht man unmittelbar, dass der neue Vorgang daselbst genau die Umkehrung desjenigen ist, den wir als den ursprünglichen bezeichneten und der durch die Functionen f, ϕ und F bestimmt war. Die Gleichung m) entspricht ebenfalls dem umgekehrten Vorgange im Resonator, soweit dieser bei dem angestrebten Genauigkeitsgrade auf den im Medium von Einfluss ist.

Man sieht aber auch, dass die Functionen f_u, ϕ_u und F_u ebenfalls alle von Hrn. Planck aufgestellten Bedingungen befriedigen, wenn es die Functionen f, ϕ und F thun, dass daher der neue Vorgang im Systeme ebenfalls möglich ist, wenn es der alte ist. Ich will diese Rechnungen ihrer Einfachheit halber hier nicht durchführen und nur bemerken, dass aus der Gleichung 22 Hrn. Planck's, auf die es hier am meisten ankommt, wenn man f und ϕ mittels unserer Gleichungen i) durch f_u und ϕ_u ausdrückt, sofort die vollkommen gleichlautende Gleichung für f_u und ϕ_u folgt. Es ist also der genau umgekehrte Vorgang in Medium und Resonator jedesmal ebenfalls mit sämmtlichen Gleichungen Hrn. Planck's vereinbar.

§ 6. Für den umgekehrten Vorgang hat in jedem Punkte des Raumes die gesammte elektrische Kraft zur Zeit t denselben Werth wie für den directen Vorgang zur Zeit $-t$, welche wir die entsprechende Zeit nennen wollen. Dies gilt jedoch nicht für die Grösse, welche

Hr. Planck die den Resonator erregende elektrische Kraft nennt und welche wir unter Weglassung der übrigen Indices mit Z für den directen, mit Z_u für den umgekehrten Vorgang bezeichnen wollen. Denn es ist nach Hrn. Planck's Gleichung 21

$$Z = \frac{4}{3c^3}\phi'''(t),$$

dagegen

$$Z_u = \frac{4}{3c^3}\phi_u'''(t) = \frac{4}{3c^3}[\phi'''(-t) + f'''(-t)] \quad \ldots\ldots\ldots \quad \text{n)}$$

Dies steht aber keineswegs im Widerspruche damit, dass der inverse Vorgang gerade das Umgekehrte des directen ist. Denn Z ist keineswegs die gesammte elektrische Kraft, die im Coordinatenursprung wirkt und deren Werth unbestimmt wäre, sondern bloss ein durch eine bestimmte Definition festgesetzter Bruchtheil derselben. Wenn man nun vom directen zum umgekehrten Vorgange übergeht, so ändert sich nicht die elektrische Kraft für die entsprechende Zeit, wohl aber der durch jene Definition bestimmte Bruchtheil.

In der That ist die den Resonator erregende elektrische Kraft Z als diejenige definirt, welche im Coordinatenanfange wirken würde, wenn bloss die auf den Resonator zulaufende Welle und diejenige existiren würde, welche gewissermaassen deren Reflexion am Coordinatenursprunge ist, aber nicht die vom Resonator ausgesandte, wenn also der Zähler von F bloss das erste und dritte, nicht aber das zweite Glied des Planck'schen Ausdruckes 20 enthielte. Beim umgekehrten Vorgange aber verwandelt sich die vom Resonator ausgesandte Welle in eine auf ihn zulaufende. Es ist also laut der Definition von Z jetzt sowohl sie als auch ihre Reflexion am Coordinatenursprunge in die Berechnung von Z mit einzubeziehen. Als vom Resonator ausgesandte Welle figurirt jetzt die jener Reflexion gerade entgegengesetzte, welche durch ihr Eingehen in F jene Reflexion aus F wieder herausschafft. Da die durch f dargestellte Welle beim directen Vorgange bloss vom Resonator ausgieng, wirkte sie nicht erregend und f kam in Z nicht vor. Beim umgekehrten Vorgange aber läuft die durch f dargestellte Welle auf den Resonator zu, spielt also die Rolle einer erregenden Welle, woraus sich das Vorkommen von f im Ausdrucke Z_u (vergl. unsere Gleichung n) erklärt. Daher hat auch in dem von Hrn. Planck in § 12 betrachteten Falle die umgekehrte Welle ϕ_u nicht den von ihm daselbst angeführten Werth, sondern den Werth g), welcher, wie schon gezeigt, alle Bedingungen für einen möglichen Vorgang erfüllt. Das Versehen Hrn. Planck's besteht also darin, dass er statt unserer Gleichung b)

$$\phi_u(t) = -\phi(-t)$$

setzt.

§ 7. Zur Veranschaulichung, dass sich bei Umkehrung des Vorganges nicht, wie es Hr. Planck voraussetzt, auch die den Resonator anregende Kraft umzukehren braucht, diene das folgende Beispiel, für welches zwar die Ableitung von ϕ an einer Stelle discontinuirlich würde, was aber hier nicht wesentlich ist. Der Resonator sei anfangs in Schwingungen begriffen, aber das ganze ihn umgebende (unbegrenzt gedachte) Medium im Ruhezustande ohne elektrische und magnetische Polarisation. Dann gehen vom Resonator elektrische Wellen aus und er kommt bald nahe in den Ruhezustand, aber niemals wirken auf ihn erregende elektrische Kräfte. Nun werde der Vorgang umgekehrt. Die Wellen laufen jetzt auf den Resonator zu und erregen ihn zu Schwingungen. Während also beim directen Vorgange die erregenden elektrischen Kräfte fehlen, sind sie beim umgekehrten vorhanden.

Ausgegeben am 10. März.

189
1898.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

3. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Stumpf las: Über den Begriff des Affects.

Die Abgrenzung einer besonderen Classe von Gemüthsbewegungen, die mit auffälligen körperlichen Reactionen und mit einer Beeinträchtigung des objectiven Urtheils verknüpft sind, entbehrt der zu einer wissenschaftlichen Definition nöthigen Schärfe. Der Begriff des Affects geht in den der Gemüthsbewegung überhaupt über. Diese selbst ist von den bloss sinnlichen Gefühlen dadurch unterschieden, dass sie Urtheilsthätigkeit voraussetzt. Es wird näher ausgeführt, dass die Versuche von W. James und C. Lange, die Affecte auf das sinnliche Gemeingefühl zurückzuführen und die Betheiligung von Vorstellungen und Urtheilen als etwas Accessorisches hinzustellen, in keinem Punkte geglückt sind.

Ausgegeben am 10. März.

---

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

10. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Erich Schmidt sprach über Uhland als Politiker.

Aus dem handschriftlichen Nachlass wurden zur Charakteristik der Gesinnung und Haltung Uhland's eine Ansprache an die Stuttgarter Bürger über den freien Verkehr zwischen Abgeordneten und Wählern, Skizzen zu den Reden in der Paulskirche und im Rumpfparlament, sowie neue den Orden pour le mérite betreffende Briefe verwerthet und nach kurzem Hinweis auf mancherlei Entwürfe mehrere satirische Gedichte der vierziger und fünfziger Jahre erläutert.

2. Hr. Hittorf, correspondirendes Mitglied, übersendet eine Mittheilung: Über das elektromotorische Verhalten des Chroms.

Das Chrom zeigt verschiedene Zustände, die der Verfasser den activen und inactiven nennt. Im activen Zustande steht es elektromotorisch dem Zink nahe, reducirt Metalle wie Silber oder Kupfer aus ihren Lösungen und löst als Anode sich in Salzsäure als Chromchlorür. Inactiv reducirt es kein anderes Metall, verhält sich dem Platin elektromotorisch gleich und löst sich durch den Strom als Chromsäure. Die Flüssigkeiten, welche das Chrom berühren, und die Temperatur bestimmen den Zustand, den das Chrom annimmt, wie im einzelnen nachgewiesen wird.

3. Hr. Schulze legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. L. Plate in Berlin vor: Über primitive Organisationsverhältnisse, Viviparie und Brutpflege bei Chitonen.

Der in der Magellanstrasse gefundene *Nuttalochiton hyadesi* Rochebrunne zeigt folgende primitive Verhältnisse: 1. paarige Genitalorgane, 2. sackförmige (nicht diffuse) Nieren, 3. Mangel der Aorta und anderer Blutgefässe, 4. zwei Osphradien neben dem After. Bei *Ischnochiton imitator* Smith von Chile ist Brutpflege beobachtet. Eine *Callistochiton* spec. wurde als vivipar erkannt.

4. Hr. V. Jagić in Wien sendet sein Werk ein: Neue Briefe von Dobrowsky, Kopitar und anderen Süd- und Westslawen. Berlin 1897.

5. Hr. H. Weber in Strassburg übersendet sein Werk: Lehrbuch der Algebra I. 2. Aufl. Braunschweig 1898.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

6. Die HH. T. Vignoli und G. V. Schiaparelli in Mailand übersenden ihr Werk: Peregrinazioni Antropologiche e Fisiche und Studio Comparativo tra le Forme Organiche Naturali e le Forme Geometriche Pure. Milano 1898.

7. Hr. J. Bywater in Oxford übersendet seine Ausgabe von Aristoteles de arte poetica. Oxonii 1898.

Zu correspondirenden Mitgliedern in der physikalisch-mathematischen Classe sind gewählt im Fache der Zoologie Hr. Georg Ossian Sars, Professor an der Universität Christiania; im Fache der Anatomie und Physiologie Hr. Adolf Fick, Königlich Bayerischer Geheimer Rath und Professor an der Universität Würzburg, Hr. Karl von Voit, Königlich Bayerischer Geheimer Rath, Obermedicinalrath und Professor an der Universität München, Hr. Victor Hensen, Geheimer Medicinalrath und Professor an der Universität Kiel, und Hr. Willy Kühne, Grossherzoglich Badischer Geheimer Rath und Professor an der Universität Heidelberg; endlich im Fache der Mathematik Hr. Charles Emile Picard, Mitglied des Instituts, in Paris.

Über das elektromotorische Verhalten des Chroms.

Von W. Hittorf.

§ 1. Hr. Goldschmidt in Essen gewinnt seit einiger Zeit durch Reduction mittels Aluminium nach einem höchst eleganten und praktischen Verfahren neben anderen schwerflüssigen Metallen auch Chrom in vollkommen geschmolzenem kohlenfreien Zustande und in beliebig grosser Menge[1]. Ihm verdanke ich von diesem bis vor kurzem nur pulverförmig oder in dünnen Blättchen dargestellten Metalle zwei Stücke, von denen das eine, wahrscheinlich in Folge langsamerer Erkaltung, auf dem Bruche bis 4 qmm grosse Krystallflächen zeigt, das andere feinkrystallinische Structur besitzt. Beide sind spröde, von hellgrauer Farbe, haben schönen Metallglanz und leiten die Elektricität gut. Zu den unten folgenden Versuchen diente das grobkrystallinische Stück; ich habe mich aber überzeugt, dass das andere sich ebenso verhält.

Bekanntlich bildet dieses Element drei bestimmte und vielfach untersuchte Verbindungsstufen, welche durch das stark basische Oxydul CrO, das Oxyd Cr_2O_3 und die Chromsäure CrO_3 in der Sauerstoffreihe vertreten sind, wenn wir von der unbeständigen Überchromsäure hier absehen.

Kommt das Chrommetall mit stärkeren Lösungen von Salzsäure zusammen, so tritt unter Erwärmung lebhafte Wasserstoffentwickelung ein, und es bildet sich die niedrigste Verbindungsstufe, das mit blauer Farbe leichtlösliche Chromchlorür. Ist die Säure verdünnter, so bedarf es der Erhöhung der Temperatur, damit die Auflösung erfolgt; aber Siedhitze genügt, um auch in sehr schwacher Lösung noch starke Wasserstoffentwickelung zu veranlassen. Reines Wasser ist dagegen ganz indifferent; auch bleibt Chrom an der Luft bei niederer Temperatur glänzend und läuft nicht an. Diess erfolgt erst in der Glühhitze; es bilden sich dann gelbe und blaue Oxydschichten, wie auf Stahl. Wie ClH verhalten sich BrH, FlH und selbst JH. Ebenso lösen verdünnte Schwefelsäure und Oxalsäure das Metall beim Erwärmen unter Wasserstoffentwickelung auf und erzeugen damit die Oxydulsalze. Die Lösung von SO_4Cr besitzt dieselbe Farbe wie die

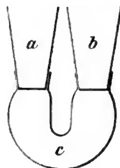
[1] Elektrochemische Zeitschrift 4. S. 143 (1897).

der Haloidsalze, während die Farbe des oxalsauren Chromoxyduls an diejenige der Übermangansäure erinnert. Die concentrirte Schwefelsäure greift erst, stärker erhitzt, unter Entwickelung von SO_2 das Metall an. Salpetersäure, Chlorsäure und Überchlorsäure sind dagegen ohne alle Einwirkung, welches auch ihre Stärke und Temperatur ist. Ebenso greifen Lösungen der Phosphorsäure, Chromsäure, Citronensäure, Weinsäure, Ameisensäure, Essigsäure sowie von Ätzkali und Natron Chrom weder in der Kälte noch beim Erhitzen bis zum Sieden an[1].

§ 2. Die Verbindungswärmen des Chroms, welche noch nicht bestimmt sind, deren Ermittelung aber jetzt keine Schwierigkeit mehr bieten kann, werden nicht unbeträchtlich sein. Gemäss jenem Verhalten und der Erfahrung Wöhler's, dass Chrom aus seinen geschmolzenen Salzen von Zink metallisch ausgeschieden wird, erwartete ich, dass es in der elektrischen Spannungsreihe als positives Metall nur dem Zink nachstehen werde. Zu meiner Überraschung zeigte es sich aber bei gewöhnlicher Temperatur in den Lösungen, in welchen es keine Wasserstoffentwickelung veranlasst, nicht nur elektronegativ gegen Zink, sondern auch gegen Cadmium, Eisen, Nickel, Kupfer, Quecksilber, Silber.

Es ist ferner ganz indifferent gegen die Lösungen der neutralen Salze dieser Metalle, selbst wenn sie bis zum Sieden erhitzt werden. Auch Gold- und Platinchlorid, Palladiumchlorür werden von ihm nicht zersetzt. Nur in den Lösungen von $HgCl_2$, $CuCl_2$, $CuBr_2$ bewirkt es in der Siedhitze die Reduction auf $HgCl$, $CuCl$, $CuBr$. Es verhält sich daher hier wie Silber und tritt überhaupt bei niederer Temperatur wie ein edles Metall auf.

§ 3. Ich benutzte nun dasselbe bei gewöhnlicher Temperatur als Anode bei der Elektrolyse der Lösungen, in welchen es indifferent ist, keinen Wasserstoff entwickelt. Es geht hier in den meisten Fällen eine Verbindung ein; diese ist aber nicht eine seiner niederen Verbindungsstufen sondern stets die höchste, die Chromsäure; gelbe Schlieren fallen von seiner Oberfläche herab.



Um quantitativ diese merkwürdige Thatsache festzustellen, benutzte ich das beistehende einfache Glasgefäss. Die Flüssigkeiten mit den Elektroden befinden sich, von einander getrennt, in den Röhren (*a* und *b*), welche in dem U-förmigen Verbindungs-

[1] Vergl. Moissan. Le four électrique p. 206.

stück (*c*) eingeschliffen sind und unten durch aufgekittete dünne Thonplatten sich, wenn nöthig, schliessen lassen. Die eine Röhre mit dem gewogenen Chromstück, sowie das Verbindungsglas wurden mit der Lösung des Salzes oder der Säure beschickt, während die andere Röhre mit der Platinkathode eine specifisch leichtere Flüssigkeit, meist die verdünntere Lösung des Salzes oder seiner Säure aufnahm. Neben diesem Gefässe wurde ein Silbervoltameter und ein Siemens'sches Galvanometer in den Strom einiger Accumulatoren aufgenommen. Nachdem letzterer eine genügende Zeit hindurch gegangen war, wurden das aufgelöste Chrom aus dem Verluste, sowie das gleichzeitig abgeschiedene Silber bestimmt.

In der Tabelle I sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt.

(Tab. I)

	Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/6}$
Nr. 1	ClK	0.5635	0.0526	0.0454
„ 2	BrK	0.3361	0.0275	0.0271
„ 3	FlK	1.1119	0.0991	0.0896
„ 4	CyK	0.3922	0.0327	0.0316
„ 5	SO_4K_2	0.4059	0.0352	0.0327
„ 6	NO_3K	0.5084	0.0441	0.0409
„ 7	OHK	0.4136	0.0349	0.0333
„ 8	ClH	1.5153	0.1293	0.1221
„ 9	ClH	0.6196	0.0529	0.0499
„ 10	NO_3H	1.3682	0.1168	0.1103
„ 11	SO_4H_2	1.1758	0.1157	0.0948
„ 12	$C_2O_4H_2$	0.3359	0.0313	0.0271
„ 13	JK	0.1792	0.	
„ 14	SCyK	0.1038	0.	

In allen Lösungen beträgt der Verlust der Chromanode etwas mehr, als dem reducirten Silber aequivalent ist und der Formel $Cr_{\frac{1}{6}}$ entspricht. Die letzte Reihe der Tabelle gibt die aus dem Silbergewichte berechneten Verluste, indem als Atomgewicht des Chroms die Zahl 52.2 genommen wurde. Dieser Unterschied ist durch die Unreinheit des benutzten Chrommetalls bedingt. Es enthält nämlich 3.5 Procent Eisen, etwa 0.1 Procent Silicium und eine Spur Mangan, Stoffe, welche zum Theil aus dem zur Reduction verwendeten Aluminium stammen werden. Von Aluminium selbst ist das Chrom frei. Versetzt man die gelbe Lösung, welche bei der Elektrolyse um die Anode sich gebildet hat, mit Ammoniak, so erhält man einen gelblichen Niederschlag, welcher die aufgelösten fremden Stoffe enthält. Für Nr. 8, die Lösung, welche etwa 2 Procent Salzsäure enthielt, habe ich denselben näher untersucht. Er wurde mit den geschmolzenen Salzen $CO_3Na_2 + CO_3K_2$ behandelt, da Chromsäure von Eisenoxyd bei der Fällung durch NH_3 festgehalten und hierdurch erst entfernt wird. Der unlösliche Theil, welcher aus Fe_2O_3

wesentlich bestand, wog nach dem Auswaschen und Glühen $0^{gr}0169$ und enthielt also $0^{gr}0118$ Fe, welches aequivalent mit 0.0037 $Cr_{\frac{1}{6}}$ ist.

Wird von dem gefundenen Verluste der Anode	$0^{gr}1293$
diese Menge Fe abgezogen	0.0118
und zum Reste	0.1175
das dem Fe aequivalente $Cr_{\frac{1}{6}}$	0.0037
addirt, so erhält man	0.1212
oder nahezu den oben berechneten Verlust.	0.1221

Der von der Anode aufgelöste Theil enthält daher 9.1 Procent Eisen, oder fast dreimal soviel, als im gleichen Gewicht des Metalls sich findet.

Wie die Tabelle I lehrt, entsteht in gewöhnlicher Temperatur an der Chromanode in den 12 ersten Salzen, wie verschieden auch ihre Anionen sind, stets die höchste Oxydationsstufe, die Chromsäure.

Um diess zu erklären, kann man annehmen, dass die vom Strome ausgeschiedenen Anionen unter der Mitwirkung des Chroms das Lösungswasser zersetzen, indem sie sich mit dem Wasserstoff vereinigen, während Chrom mit dem Sauerstoff Chromsäure bildet. Denn bei Abwesenheit des Chroms zerlegen nur Fluor und die Anionen der Sauerstoffsalze nach unseren elektrochemischen Erfahrungen das Wasser. Das vom Strom abgeschiedene Chlor zersetzt dann dasselbe nur in verdünnten Lösungen und scheidet nur in geringer Menge Sauerstoff an der Anode aus. Brom und Cyan vermögen diess noch weniger.

Es wäre aber auch möglich, dass die Salzbildner hier mit dem Chrom direct die höchste Verbindungsstufe eingehen und diese dann durch Austausch mit dem Wasser die Wasserstoffverbindung und die Chromsäure erzeugen. Man wird gegen diese Auffassung einwenden, dass jene Verbindungen unbekannt, bis jetzt nicht dargestellt sind. Aber wir wissen, wie leicht sich die entsprechenden Verbindungen, die Chlor- und Fluor-Chromsäuren (CrO_2Cl_2 und CrO_2Fl_2), bilden und dass diese mit dem Wasser sich sogleich in obiger Weise zersetzen.

Bei den Sauerstoffsalzen tritt nur der Sauerstoff mit dem Chrom in Vereinigung, während die Säure frei in der Lösung bleibt.

In der Lösung von JK und SCyK (Nr. 13 und 14) erscheinen die abgeschiedenen Anionen Jod und Schwefelcyan unverbunden, die Chromanode erleidet keinen Verlust. Diess gilt für die Lösung aller Jodmetalle, auch für diejenige des Jodwasserstoffs, was ich noch besonders festgestellt habe. Dieses Verhalten der Jodwasserstofflösung ist recht charakteristisch für das Chrom unter obigen Verhältnissen, da es dieselbe Lösung beim Erwärmen unter lebhafter Wasserstoffentwickelung zerlegt und mit dem Jod dann die niedrigste Verbindungsstufe, Chromjodür, bildet.

Merkwürdig ist auch die Bildung der Chromsäure in den verdünnten Lösungen von ClH, BrH, FlH, SO_4H_2 und $C_2O_4H_2$, da diese Säuren bei verhältnissmässig geringer Temperaturerhöhung unter lebhafter Wasserstoffentwickelung die niedrigste Verbindungsstufe mit dem Chrom geben.

Man kann sich leicht überzeugen, dass Chrom als Anode mit reiner metallischer Oberfläche der Bildung der gelben Chromsäure unterliegt und dass kein basisches Oxyd oder Superoxyd erkennbar auftritt. Macht man nämlich, z. B. in der Lösung von ClH, Chrom zuerst zur Kathode mit lebhafter Wasserstoffentwickelung und sodann durch Umkehrung der Stromrichtung zur Anode, so fallen sogleich die gelben Schlieren herab. Oxydschichten, wie sie Chrom durch Glühen an der Luft annimmt, reducirt aber der Wasserstoff sogleich, lässt sie nicht bestehen.

§ 4. Um das elektromotorische Verhalten des Chroms genauer festzustellen, wurde das nämliche Glasgefäss mit aufgekitteten dünnen Thonplatten benutzt. Die eine Röhre nahm die Salzlösung und das Metall, die andere eine Lösung von NO_3Ag mit einem Blech von chemisch reinem Silber auf, während das U-Gefäss eine specifisch schwerere Lösung von NO_3Na enthielt. In den Strom des so gewonnenen constanten galvanischen Elementes wurde der Widerstand von 30000 S. E. nebst dem Siemens'schen Sinusgalvanometer aufgenommen. Die Sinus der Ablenkungswinkel können hier bei dem grossen Widerstand den elektromotorischen Kräften proportional gesetzt werden. Durch Vergleichung mit einem Cadmium-Normal-Element erfolgte die Zurückführung auf Volt.

Die Tabelle II gibt die elektromotorischen Kräfte für zwei Combinationen und einige Metalle, welche wir später gebrauchen werden.

Elektromotorische Kräfte bei 5°C. der Combinationen:

a. M/ClK(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag

b. M/NO_3Na(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag

(Tab. II)

Anode	Combination *a*		Combination *b*	
M.	Abl. des Galv.	Volt	Abl. des Galv.	Volt
amalg. Zink	Sin 38°7	1.534	Sin 36°9	1.473
Cadmium	" 23.4	0.974	" 21	0.879
Blei	" 27.25	1.123.		
Eisen	" 22.9	0.955	" 21.8	0.911
Zinn	" 24.3	1.010	" 21.2	0.887
Kupfer	" 16.3	0.689	" 11.5	0.489
Chrom	" 0		0	
Normal-Cadmium-Element:			" 24.55	1.0194

Chrom gibt keine Ablenkung, wenn es als Anode gedient und nach Abspülung der Chromsäure durch destillirtes Wasser in die Combinationen gebracht wird. Hat es diese Behandlung vorher nicht er-

fahren, so erfolgt vielfach eine Ablenkung durch dasselbe. Diese nimmt aber langsam ab. Die Abnahme wird beschleunigt, wenn man den Strom ohne den grossen Widerstand schliesst, und wird nach einiger Zeit Null. Wir kommen § 11 hierauf zurück.

Sind die Lösungen der freien Säuren so verdünnt, dass Chrom keine Wasserstoffentwickelung gibt, und werden sie statt ClK und NO_3Na in die Combinationen aufgenommen, so verhalten sie sich mit Chrom bei niederer Temperatur ebenso. Sind dieselben aber so stark, dass Chrom Wasserstoff entwickelt, so gibt die Combination bei Einschaltung von 30000 S.E.: Sin 25°5 oder 1.056 V., und übertrifft diejenige mit Cadmium.

Die Combination Cr/JK, NO_3Na, NO_3Ag/Ag hat eine Stärke von Sin 6° bis Sin 10°5, je nach der Concentration. Es rührt diess daher, dass diese Elektrolyte, wie ich früher gezeigt[1], zwischen inactiven Metallen elektromotorische Kräfte von 0.22 bis 0.44 Volt besitzen. Jod und Silber, welche beim leitenden Schluss der Combination frei werden, haben eine Lösungswärme, welche nicht unbeträchtlich ihre Verbindungswärme übersteigt.

§ 5. Es unterliegt keinem Zweifel, dass, wie schon bemerkt, die Bildung der Chromsäure eine nicht unbeträchtliche Wärmequelle abgibt, wenn auch ihre Grösse noch nicht bestimmt ist. Ist das Chrom nicht Anode, so findet in den Lösungen der Tabelle I keine Einwirkung auf dasselbe statt. Es äussert keine der Wärmeentwickelung entsprechende elektromotorische Kraft und befindet sich in einem Zustande, den ich daher als elektromotorisch inactiven oder kurz als inactiven bezeichnen will.

Die Chromsäure und die ihr entsprechenden Verbindungen der Salzbildner sind keine Elektrolyte. Die Elemente, welche sich ebenso verhalten, treten in der Mehrzahl als Isolatoren auf. Nur wenige leiten hinreichend, um ihre elektromotorischen Kräfte untersuchen zu können. Zu diesen gehören Wolfram und Vanad, welche jetzt durch die verdienstvollen Arbeiten von Moissan in geschmolzenem Zustande dargestellt sind. Ich erwarte, dass diese Metalle ebenfalls ans Ende der Spannungsreihe neben Platin sich stellen, obgleich die Bildung ihrer Verbindungen eine ansehnliche, wenn auch noch nicht gemessene Wärmequelle abgibt[2]. Die gut leitende Kohle verdankt wahrscheinlich ebenfalls jenem Umstande ihr analoges elektromotorisches Verhalten.

---

[1] Zeitschrift für phys. Chemie X S.604.

[2] Sollte ich in Besitz derselben gelangen, so werde ich sie wie Chrom näher untersuchen. Auch Uran verdient eine Bearbeitung und stellt interessante Verhältnisse in Aussicht.

Wir hätten dann hier eine chemisch bestimmt charakterisirte Classe von Metallen, deren Verbindungsenergie vielleicht sich gar nicht in elektrische umwandelt.

Um hierüber genauere Auskunft zu erhalten, habe ich durch jede der beiden Combinationen:


a. $Cr/ClK(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag$


b. $Cr/NO_3Na(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag$

den Strom mehrerer Daniell'schen Elemente geleitet und die Gegenkraft, welche auf den Durchgang verwendet wird, bestimmt. Diese ohne Diaphragmen aufgebauten Daniell wurden bereits früher beschrieben[1]. Die Messung geschah nach der Ohm'schen Methode am Sinusgalvanometer.

Bei der Temperatur 8° C. gaben 2 D.

bei Einschaltung von 598.08 S.E.: Sin 23°
» » » 298.59 » » 46.2.

daraus berechnet sich als elektromotorische Kraft 2 D.: $252 = 2 \times 126$.

Als der Strom der beiden D. durch die Comb. *a* floss, wurde

bei Einschaltung von 298.59 S.E.: Sin 21°
» » » 99.48 » » 34.3 erhalten,

daraus folgt die elektromotorische Kraft 2 D. — C. = 200.96.

Daher beträgt die Gegenkraft C.: $51.04 = \frac{51.04}{126.00} = 0.405$ D. Als 4 Daniell benutzt wurden, ergab sich 4 D.: $507.47 = 4 \times 126.87$. Gieng der Strom derselben durch die Comb. *a*, so wurde 4 D. — C. = 453.75 und daher C. $= 53.72 = \frac{53.72}{126.87} = 0.424$ D. gefunden.

Bei beiden Bestimmungen gab die Chromanode gelbe Chromsäure, kein Gasbläschen trat an ihr auf.

Es wurden nun die letzten Messungen wiederholt, nachdem das Chrom durch ein dünnes Blech von reinem Platin ersetzt war, an dem Chlor in freiem Zustande sich entwickelte. Hier wurde erhalten:

$$4\,D. - C'. = 440.2,$$

$$\text{daher } C'. = 67.27 = \frac{67.27}{126.87} = 0.530\,D.$$

Ohne Zweifel würde der Unterschied der Gegenkräfte der Combinationen mit den Anoden Cr und Pt, von welchen die erstere das Chlor bindet, die letztere nicht, kleiner ausgefallen sein, wenn das Chrom chemisch rein, frei von Eisen gewesen wäre. Es wird Interesse haben, die Bestimmungen mit solchem Materiale zu wiederholen.

[1] Zeitschrift für phys. Chemie X S. 602.

Bei der Combination *b* ergaben analoge Messungen mit 2 Daniell die Gegenkräfte 0.427 D. und 0.502 D., je nachdem Cr oder Pt die Anode bildeten.

§ 6. Nach der zweiten Erklärung, welche im § 3 für die Entstehung der Chromsäure aufgestellt ist, muss erwartet werden, dass die Elektrolyse der Chlor-Brom-Fluor-Cyan-Salze die noch nicht dargestellten höchsten Verbindungsstufen dieser Salzbildner mit dem Chrom liefern wird, wenn dabei das Wasser, welches ihre Unbeständigkeit bedingt, ausgeschlossen ist. Es sind also jene Salze nicht gelöst, sondern geschmolzen der Elektrolyse zu unterwerfen und Chrom als Anode zu benutzen.

Zu dem Ende befand sich auf dem Boden eines kleinen Porcellantiegels ein Stückchen Wismuth, um als Kathode das austretende Alkalimetall aufzunehmen. In dasselbe tauchte ein mit einem Porcellanröhrchen umgebener Eisendraht und stellte die Verbindung nach aussen her. Das Salz im übrigen Raume des Tiegels nahm, nachdem es geschmolzen war, das gewogene Chromstück auf. Letzteres war an einem Platindraht so aufgehängt, dass dieser nicht mit dem Inhalt des Tiegels in Berührung kam. Beim geschmolzenen $ZnCl_2$ wurde als Kathode ein Platinblech eingetaucht, an dem sich das Zink ausschied.

Ein ganz anderes Resultat, als das erwartete, stellte sich ein. Die ausgeschiedenen Anionen jener Salze bildeten jetzt mit dem Chrom die niedrigste Verbindungsstufe: das Chrom erfuhr einen dreimal so grossen Verlust, als oben bei der Elektrolyse ihrer Lösungen, wie die Tabelle III lehrt:

		Salz geschmolzen	reduc. Ag	Verlust des Chroms gefunden	Verlust des Chroms ber. als $Cr_{1/2}$
(Tab. III)	Nr. 1.	ClK + ClNa	0.4659	0.1157	0.1126
	» 2.	BrK	0.6997	0.1703	0.1692
	» 3.	JK	0.4820	0.1321	0.1165
	» 4.	Cl_2Zn	0.0726	0.0183	0.0176
	» 5.	Cl_2Zn	0.5443	0.1356	0.1316

Da die Luft bei diesen Versuchen ungehinderten Zutritt hat, so wurden die entstehenden Chromsalze grün gefärbt, indem sie sich theilweise höher oxydirten.

Im geschmolzenen CyK verband sich das Cyan nur zum Theil mit dem Chrom, ein anderer Theil entwich als Gas.

Das leicht schmelzbare Rhodankalium verhält sich hier wie in der Lösung: das ausgeschiedene Schwefelcyan verbindet sich nicht mit dem Chrom.

§ 7. Dieses veränderte Verhalten des Chroms als Anode steht in engstem Zusammenhange mit der Thatsache, dass die Salze des § 2.

welche unser Metall in ihren Lösungen nicht zersetzt, von ihm reducirt werden, wenn sie geschmolzen die höhere Temperatur angenommen haben. Hiervon habe ich mich überzeugt bei den geschmolzenen Verbindungen: $CdCl_2$, $CdBr_2$, CdJ_2, $CuCl$, $AgCl$, $PbCl_2$ u. a. Es entsteht jedesmal die niedrigste Verbindungsstufe des Chroms, welche durch den Zutritt des Sauerstoffs der Luft eine grüne Färbung annimmt.

§ 8. Bei vielen Salzen tritt diese Änderung im Verhalten des Chroms schon in der wässerigen Lösung bei mehr oder weniger erhöhter Temperatur ein.

Am auffallendsten erfolgt sie bei den Wasserstoffverbindungen der Halogene, wie im § 1 geschildert wurde. In den stärkeren Lösungen derselben bildet sich die niedrigste Verbindungsstufe des Chroms mit und ohne Strom schon bei gewöhnlicher Temperatur; in den verdünnteren ist eine Erhöhung nöthig, die aber nirgends die Siedhitze überschreitet. Man erkennt hierbei deutlich, dass, solange eine gewisse Temperatur, welche um so höher ist, je verdünnter die Lösung, nicht erreicht ist, das Chrom indifferent bleibt. Mit Eintritt derselben erfolgt dann plötzlich stürmisch die Wasserstoffentwickelung und die Auflösung als niedrigste Verbindungsstufe.

In den Lösungen von ClK, $ClNa$, $ClNH_4$, Cl_2Ba, Cl_2Ca, welche ich untersucht, und wahrscheinlich in den Lösungen der Chlorverbindungen aller Alkali- und alkalischen Erdmetalle tritt der Wechsel im Verhalten des Chroms, wenn es Anode ist, schon in der Nähe der Siedetemperatur ein. Durch einen einfachen Versuch, der sich für die Vorlesung eignet, lässt sich diese Änderung hier darlegen. So lange die Temperatur der Salzlösung niedrig ist, fallen gelbgefärbte Schlieren von der Chromanode herab. Nähert sich die Flüssigkeit der Siedhitze, so ändert sich die Farbe, und bläulich grüne Streifen treten auf.

Zur quantitativen Bestimmung enthielt der eine Schenkel einer U-Röhre die Lösung des Salzes; in dem andern lagerte auf derselben eine specifisch leichtere Lösung von ClH. Um die Verdunstung einzuschränken, waren sie mit Korken verschlossen. In den erstgenannten Schenkel tauchte das gewogene Stück Chrom, an einem Platindraht befestigt, allein unter die Oberfläche der Flüssigkeit, während im zweiten ein Platinblech die Kathode abgab. Der hier freiwerdende Wasserstoff konnte durch eine kleine Öffnung im Korke entweichen. Die Erwärmung erfolgte im Wasserbade. Der Strom von 2 oder 3 Accumulatoren, welcher hindurchgeleitet wurde, durchfloss ausserdem wieder das Silbervoltameter und das Siemens'sche Galvanometer. Ich theile die Ergebnisse mit, welche Lösungen von $BaCl_2$ und NH_4Cl geliefert haben.

Chrom als Anode bei 100° C.

		gelöstes Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/2}$
(Tab. IV)	Nr. 1.	$BaCl_2$	0.2561	0.06305	0.06193
	» 2.	NH_4Cl	0.3319	0.0795	0.0802

Die Brom-Cyan-Fluor-Salze geben in der Siedhitze noch gelbe Chromsäure, wie die Tabelle V zeigt:

Chrom als Anode bei 100° C.

		gelöstes Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/6}$
(Tab. V)	Nr. 1.	BrK	0.1855	0.01625	0.01495
	» 2.	CyK	0.3329	0.0275	0.0268
	» 3.	FlK	0.1428	0.0131	0.0115

Bei den Jodverbindungen der Alkalimetalle wird noch nicht in den Lösungen bei 100° C. alles ausgeschiedene Jod von der Chromanode zu Jodür gebunden; ein Theil wird frei, wie in niederer Temperatur. Diess zeigt sich deutlich an der Färbung der Schlieren und wird bestätigt von den beiden quantitativen Bestimmungen der Tabelle VI:

Chrom als Anode bei 100° C.

		gelöstes Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/2}$
(Tab. VI)	Nr. 1.	JK	0.2747	0.0385	0.0664
	» 2.	JK	0.2617	0.0431	0.0633

In den Lösungen der Chlorsalze der Metalle der Magnesiumgruppe gibt Chrom als Anode, soweit meine Untersuchung geht, bei 100° C. noch Chromsäure. Eine höhere Temperatur ist hier für den Wechsel erforderlich.

Sehr gut lässt sich dieses beim Chlorzink verfolgen, das bekanntlich ausserordentlich leicht löslich in der Wärme ist. Durch fortgesetztes Eindampfen kann man den Siedepunkt seiner Lösung beliebig steigern und stetig bis zum Schmelzpunkt des wasserfreien Salzes erhöhen. Solange die Lösung des Zinkchlorid unterhalb 130° C. bleibt, bildet das Chrom als Anode Chromsäure; die Umgebung desselben färbt sich gelb. Oberhalb dieser Temperatur entsteht Chromchlorür, grüne Färbung stellt sich ein. Ich habe im letzten Falle eine quantitative Bestimmung gemacht, die bereits unter Nr. 5 in die Tabelle III aufgenommen ist. Dem benutzten Zinkchlorid war Zinkoxyd zugesetzt, um freie Salzsäure sicher auszuschliessen.

Dem Chlorzink ähnlich verhielt sich Chlormagnesium. Die Lösungen, welche unter 105° C. sieden, gaben hier noch gelbe Chromsäure. Erst bei 107° C. entstanden grüne Schlieren.

Auch die Chlorverbindungen der leichter reducirbaren Metalle von § 2, welche in der Siedhitze von Chrom nicht zersetzt werden, geben

in dieser Temperatur an der Anode, wie in niederer, Chromsäure. Als Belege mögen dienen:

Chrom als Anode bei 100° C.

		gelöstes Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/6}$
(Tab. VII)	Nr. 1.	$Cd\,Cl_2$	0.3848	0.0340	0.0310
	» 2.	$Cu\,Cl_2$	1.6470	0.1394	0.13275

§ 9. Die Bildung der Chromsäure geht parallel mit dem Unvermögen des Chrom, die Reduction der leicht zersetzbaren Metalle nach § 2 zu bewirken.

Befindet sich jedoch das Chrom bei der Siedhitze gleichzeitig in Berührung mit einem der Salze ClK, ClNa u. s. w., welche ihm dann den neuen Charakter geben, so wird es actives Metall und reducirt die Chlorverbindungen des Cu, Au, Pd, Pt. Unterhält man daher in einem Reagirgläschen die Lösung eines der letztgenannten Salze mit Chrom, welches als Anode Chromsäure gebildet hat, im Sieden, so tritt keine Reduction ein, wie lange auch das Sieden dauert. Das Chrom ist inactiv und hierzu unfähig. Gibt man aber nun eines der ersteren Salze reichlich hinzu, so wird es activ und scheidet in kurzer Zeit das leicht reducirbare Metall gewöhnlich pulverförmig ab. Je weniger die Menge des zugefügten ClK u. s. w. beträgt, desto langsamer erfolgt die Reduction; sie wird zuletzt nicht mehr erkennbar. Nur so lange die höhere Temperatur dauert, geht sie vor sich und hört auf, wenn Erkaltung eintritt.

Die Salze, welche in der Siedhitze bei der Elektrolyse noch Chromsäure geben, haben diese Wirkung nicht.

Die Salze $CdCl_2$, $PbCl_2$ werden bei Zusatz von ClK u. s. w. in der Siedhitze von Chrom noch nicht reducirt.

Wenn man die Lösung eines der Salze ClK u. s. w. unter Zusatz eines leicht reducirbaren, z. B. $CuCl_2$, mit Chrom als Anode der Elektrolyse in der Siedhitze unterwirft, so scheidet sich an der Anode rothes Kupfer aus. Der Verlust, welchen das Chrom jetzt erleidet, ist nicht unbeträchtlich grösser, als dem gleichzeitig reducirten Silber nach der Formel $Cr_{\frac{1}{2}}$ entspricht, da zur Elektrolyse der Reductionsvorgang sich gesellt.

Chrom als Anode bei 100° C.

Salze gelöst	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/2}$
ClK u. etwas $CaCl_2$	0.9127	0.2411	0.2207.

Erhitzt man Chrom in einer verdünnten Lösung von ClH unter Zusatz von etwas $CaCl_2$ u. s. w., so erfolgt neben der Entwickelung des Wasserstoffs die Abscheidung des Metalles, aber beides verhältnissmässig langsam. Erhitzt man aber die verdünnte Salzsäure nur mit

Chrom, bis lebhafte Wasserstoffentwickelung eintritt, und setzt jetzt die Lösung von $CuCl_2$ u. s. w. hinzu, so erfolgt die Reduction viel rascher. Hier wird auch das Bleisalz zersetzt, nicht aber noch das des Cadmium.

§ 10. Indem das Chrom unter den mitgetheilten Verhältnissen chemisch activ wird, ändert es, wie zu erwarten, seine Stellung in der Spannungsreihe. Diese Änderung erfolgt nicht plötzlich in der Nähe der Siedhitze, sondern geht stetig mit der Erhöhung der Temperatur vor sich.

Es wurde das Glasgefäss mit der Combination *a*



$$Cr/ClK(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag$$

im Wasserbade erhitzt und die elektromotorische Kraft bei den wachsenden Temperaturen, wie früher, unter Aufnahme von 30000 S. E. und des Sinusgalvanometers bestimmt. Folgende Ablenkungen wurden erhalten:

Temperatur	6°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	85°	100°
Sinus	1	8	16.5	20.5	22.2	22.7	23.2	24	24.2 = 1.006 V.

Je verdünnter die Lösung des ClK, desto höher ist die Temperatur, bei welcher eine stärkere Änderung erfolgt. Als obige Lösung durch Zusatz von Wasser auf das sechsfache Volumen gebracht war und in der Combination erwärmt wurde, ergaben sich folgende Zahlen:

Temperatur	10°	45°	65°	72°	74°	76°	79°	86°	89°
Sinus	0.2	1.2	2	5	10	15	18	19	21

Ganz anders ist bekanntlich das Verhalten der gewöhnlichen Metalle, welche in der Combination *a* nur wenig ihre elektromotorische Kraft im Temperaturintervall 0°–100° ändern. Ich lasse, um den Unterschied darzulegen, zum Vergleich mit Tabelle II einige Bestimmungen folgen:

Elektromotorische Kräfte der Combination *a* bei 100° C.

(Tab. VIII)

Metall	Sinus	Volt
am. Zink	38°25	1.539
Cadmium	25.9	1.072
Kupfer	18.5	0.778

Bei fallender Temperatur lassen sich obige Bestimmungen mit Chrom nicht machen, da der Zustand, welchen es bei höherer Temperatur annimmt, nicht sogleich, wie im nächsten Paragraphen näher erörtert werden wird, verschwindet.

Die Combination *a* mit Chrom verhielt sich, nachdem die Lösung von ClK durch eine von 2 Procent Salzsäure ersetzt war, beim Erwärmen im Wasserbade ähnlich. Bei 55° C. trat bereits lebhafte Wasserstoffentwickelung ein und Sin 26°8 = 1.106 V. wurde am Galvanometer abgelesen. Diese Ablenkung blieb, als die Temperatur weiter bis

100° C. stieg. Je verdünnter die Salzsäure, desto näher dem Siedepunkte liegt die Temperatur, bei welcher die Wasserstoffentwickelung und die vollständige Activität des Chroms eintreten.

Die Combination *a*: $Cr/ClK, NO_3Na, NO_3Ag/Ag$ bildet bei der Siedhitze ein constantes galvanisches Element. Ich habe in den Strom desselben nach Entfernung der 30000 S. E. ein Silbervoltameter aufgenommen und nach einiger Zeit den Verlust des Chroms, sowie das Gewicht des Silbers, welches er reducirt hatte, bestimmt. Folgende Zahlen wurden gefunden:

reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/2}$
0.0654	0.0166	0.0158

In den geschmolzenen Halogensalzen hat das Chrom selbstverständlich ebenfalls eine grosse elektromotorische Kraft, ist activ und nimmt die entsprechende Stelle in der Spannungsreihe ein. In folgender Weise liess sich leicht ein constantes Element aus geschmolzenem $ClK + ClNa$ bilden. Der Kopf einer kleinen irdenen Pfeife wurde so weit entfernt, dass nur eine Schale für die Aufnahme von etwas ClAg übrig blieb. In letzteres taucht ein Platin- oder Silberdraht, welcher, von der Röhre des Pfeifchens umgeben, die Verbindung nach aussen vermittelte. Ein Chromstück und die Schale mit ClAg wurden in das geschmolzene Salz getaucht und gaben mit 30000 S. E. am Galvanometer: Sin 24°6.

In den Lösungen der Salze, welche bei 100° C. während der Elektrolyse an der Chromanode noch Chromsäure geben, welche aber bei etwas weiter gesteigerter Temperatur, wie die Chlorverbindungen der untersuchten Metalle der Magnesiumgruppe, Chromchlorür erzeugen, nimmt das Chrom in dem Intervall 0°–100° C. stetig grössere elektromotorische Kräfte an, erreichte aber nicht den Werth, welcher bei ClK erhalten wurde.

Es gibt endlich Halogensalze, in deren Lösung das Chrom innerhalb des Intervalles 0°–100° C. ganz unverändert inactiv bleibt und keine grössere elektromotorische Kraft annimmt. So verhält es sich in der Lösung von BrK und der Chlorverbindungen der leicht reducirbaren Metalle, von denen ich $CuCl_2$, $PdCl_2$ untersucht habe.

Um über die Temperatur, bei welcher das Chrom in diesen letztgenannten Salzlösungen activ wird und dieselben reducirt, etwas näheres zu erfahren, habe ich einige derselben mit Chromstückchen in dickwandige Glasröhrchen eingeschmolzen und über 100° C. erhitzt. Die Lösung von SO_4Cu zeigte sich noch unverändert, nachdem sie in der Temperatur 225° C. gewesen war. Dagegen enthielt die gleichzeitig erhitzte Lösung von $CuCl_2$ zahlreiche rothe Cu-Theilchen. Die

Lösung von $PdCl_2$ zeigte schon schwarze Metallabscheidungen, als sie die Temperatur 195° C. erfahren hatte.

§ 11. Von grossem Interesse ist noch die Thatsache, dass Chrom den activen Charakter, den es in Berührung mit geschmolzenen oder siedend heissen Chlorsalzen annimmt, nach der Trennung nicht sogleich verliert, sondern bei gewöhnlicher Temperatur eine Zeit lang behält.

Lässt man die Combination *a* Cr/ClK, NO_3Na, NO_3Ag/Ag aus der Siedhitze erkalten, während in den Strom die 30000 S.E. und das Sinusgalvanometer eingeschaltet sind, so bleibt die grosse Ablenkung bis zur gewöhnlichen Temperatur oft unverändert bestehen.

Weit beständiger wird der active Zustand, wenn man das Chrom einige Minuten bei noch höherer Temperatur mit Chlorsalzen in Berührung bringt. Ich tauche dasselbe gewöhnlich in geschmolzenes $ZnCl_2$ unter. Nach dem Herausziehen wird es in destillirtes Wasser geworfen, getrocknet und in die Combination gebracht. Sind in dem Strom 30000 S.E. und das Sinusgalvanometer, so beobachtet man meist dieselbe Ablenkung wie bei 100° C.

Diese elektromotorische Kraft nimmt hier langsam ab. Die Abnahme wird sehr beschleunigt, wenn man den eingeschalteten Widerstand verringert; nach Entfernung desselben geht es rasch in den inactiven Zustand, wie er in den ersten Paragraphen beschrieben ist. Noch schneller erfolgt diess, wenn Chrom zur Anode eines durchgeleiteten stärkeren Stromes gemacht wird; es entsteht daher stets an demselben die gelbe Chromsäure.

Dient das in geschmolzenem $ZnCl_2$ activ gewordene Chrom nicht als Anode, so bewahrt es diesen Zustand sehr lange. Er äussert sich auch dadurch, dass Chrom dann allein ohne ClK u. s. w. die leicht reducirbaren Metalle Cu, Pd aus den Lösungen ihrer Salze bei 100° auszuscheiden vermag.

§ 12. Anders als die Halogensalze verhalten sich die Sauerstoffsalze gegen Chrom. Wie in § 1 erwähnt, bildet unser Metall mit verdünnter Schwefelsäure und Oxalsäure beim Erwärmen unter lebhafter Wasserstoffentwickelung Oxydulsalze und ist daher hier activ.

Unterwirft man aber die Lösungen der schwefelsauren und oxalsauren Alkalimetalle mit Chrom als Anode bei 100° der Elektrolyse, so bildet es Chromsäure. Als Beleg diene:

Chrom als Anode bei 100° C.

Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	Verlust des Cr ber. als $Cr_{1/6}$
$C_2O_4K_2$	0.2931	0.0255	0.0236

Dasselbe erfolgt bei der Elektrolyse von geschmolzenen Sauerstoffsalzen:

Chrom als Anode.

geschmolz. Salz	reduc. Ag	Verlust der Anode gefunden	Verlust der Anode ber. als $Cr_{1/6}$
$SO_4Na_2 + SO_4Mg$	0.3243	0.0263	0.0261
$NO_3K + NO_3Na$	0.1253	0.0115	0.0101

Von den Sauerstoffsäuren, welche nach § 1 ganz indifferent gegen Chrom sind, lässt sich die Phosphorsäure in ihrer Lösung durch Eindampfen in der Temperatur sehr hoch steigern. Ich habe sie in einer Platinschale bis 300° C. erhitzt und vom Chrom, welches als Anode eines durchgeleiteten Stromes diente, in allen Temperaturen Chromsäure erhalten.

Mit diesem Verhalten steht in Einklang die Thatsache, dass die Combinationen

b. $Cr/NO_3Na(1), NO_3Na, NO_3Ag(1)/Ag$

c. $Cr/SO_4K_2, NO_3Na, NO_3Ag/Ag$

die elektromotorische Kraft so gut wie unverändert in ihrer Kleinheit beim Erhitzen bis 100° C. bewahren.

Auch in den geschmolzenen Sauerstoffsalzen wird Chrom nicht activ. Die Combination: Cr/geschmolzen ($NO_3Na + NO_3K$), ClAg/Ag zeigte keine bestimmte Ablenkung am Sinusgalvanometer mit 30000 S. E. Die Nadel schwankte zwischen ±1°5.

Ist Chrom durch Einlegen in geschmolzenes $ZnCl_2$ activ geworden und wird es nach dem Erkalten und Abspülen in obige Combinationen *b* und *c* der Lösungen von Sauerstoffsalzen gebracht, so erhält man bei Einhaltung von 30000 S. E. am Sinusgalvanometer zuerst: Sin 22°5. Solange die Stromstärke durch den grossen Widerstand klein bleibt, ist die Abnahme der Ablenkung eine langsame; sie betrug z. B. noch nach 6 Minuten Sin 20°. Wird der Widerstand aber entfernt, so verschwindet der active Zustand rasch, wie für die Combination *a* in § 11 beschrieben ist.

Die Combination *b* habe ich benutzt, um einige weitere Aufklärungen über die elektromotorischen Zustände des Chroms zu erhalten.

Es scheint, dass der active Zustand unseres Metalles sein ursprünglicher ist. Zu diesem Schlusse führen nämlich folgende Erfahrungen.

Chrom, welches als Anode eines stärkern Stromes bei gewöhnlicher Temperatur gedient und Chromsäure gebildet hat, ist, wie oben erörtert, elektromotorisch inactiv und gibt nach sorgfältiger Abspülung mit destilirtem Wasser in die Combination *b* aufgenommen, keine Ablenkung des Galvanometers. Erzeugt man nun an einem solchen Stück, während es in der Luft sich befindet, eine frische Bruchfläche und bringt es mit derselben in die Combination bei Einschaltung von 30000 S. E., so erhält man Ablenkungen > Sin 20°, die aber so rasch abnehmen, dass eine genaue Einstellung der Nadel nicht möglich ist.

Ganz besonders schnell wird wieder die Abnahme nach Entfernung des Widerstandes. Diese Veränderungen erfolgen hier unvergleichlich schneller als am Chrom, welches durch Einlegen in geschmolzenes $ZnCl_2$ activ geworden ist.

An der Luft nimmt die Activität der frischen Bruchfläche nur langsam ab. Als dieselbe nach der Gewinnung einen Tag gelegen und nun in die Combination gebracht wurde, konnte ich noch eine Ablenkung $>$ Sin 15° feststellen.

Der active Zustand, den Chrom in geschmolzenem $ZnCl_2$ annimmt, erhält sich an der Luft noch länger. So fand ich für ein Stück, welches 17 Stunden gelegen, zuerst Sin 15° und nach 48 Stunden noch Sin 14°.

§ 13. Chrom, welches gegen die Lösungen von Ätzkali und Natron, wie im § 1 angegeben, ganz indifferent selbst in der Siedhitze bleibt, äussert in der Combination, welche diese Lösungen enthält: $Cr/OHNa$, NO_3Na, NO_3Ag/Ag, eine nicht unbedeutende elektromotorische Kraft. Bei 10° C. gab dieselbe mit 30000 S. E. am Sinusgalvanometer: Sin 8°.8. Als ihre Temperatur im Wasserbade gesteigert wurde, traten folgende Zunahmen ein:

Temperatur	20°	25°	30°	35°	45°	50°	55°	65°	71°	75°	85°
Sinus	9.5	10	10.8	11.3	12.6	13	14	15.5	16	16.6	17

Als das caustische Natron im Silbertiegel geschmolzen war, und Chrom nebst der Pfeifenschale, welche mit ($NO_3K + NO_3Na$) sowie $ClAg$ und dem Platindrath beschickt war, eintauchten, gab das Sinusgalvanometer bei 30000 S. E.: Sin 15°.

Die Combination machte ihre selbständige elektromotorische Kraft auch geltend, als sie bei gewöhnlicher Temperatur in den Strom von 2 Daniell-Elementen aufgenommen wurde. Während in den früher (§ 5) benutzten Combinationen *a* und *b* ein Theil der elektromotorischen Kraft der Daniell für den Durchgang verbraucht wurde und daher dieselbe vermindert erschien, trat hier eine Vergrösserung ein. Es wurde gefunden:

$$
\begin{aligned}
2\,D. + C'. &= 298.17 \\
2\,D. \quad &= 255.76 \\
\hline
\text{Daher } C'. &= 42.41 = 0.332\,D.
\end{aligned}
$$

Zur Bildung der Chromsäure gesellt sich die Vereinigung derselben mit dem Natron als Wärmequelle.

Der Zustand, welchen das Chrom bei Berührung mit der Lösung der caustischen Alkalien annimmt, besteht nach der Trennung ebenfalls einige Zeit fort. Als es in der kochenden Lösung gelegen hatte, gab es nach dem Erkalten und der Abspülung in der Combination *b* des vorigen Paragraphen mit 30000 S. E. am Galvanometer: Sin 13°.

und als es in derselben Lösung von gewöhnlicher Temperatur gewesen war: Sin 10°.

§ 14. Unter den bis jetzt beschriebenen Bedingungen bildete das metallische Chrom stets entweder die höchste oder die niedrigste Verbindungsstufe. Die mittlere wird erhalten, wenn man Lösungen von Chlormetallen in Alkohol absolutus mit Chrom als Anode der Elektrolyse bei gewöhnlicher Temperatur unterwirft. Es diente mir eine starke Lösung von $ZnCl_2$, welche mit einem Platinblech als Kathode in einem Becherglase sich befand. Die Flüssigkeit leitet, wie ich aus meinen Arbeiten über die Wanderungen der Ionen wusste, sehr schlecht. 20 Accumulatoren schieden in 15 bezüglich 30 Minuten die Quantitäten der Tabelle aus. Da der Strom den Alkohol sehr stark erwärmt und leicht zum Kochen bringt, so muss für Abkühlung gesorgt werden.

Elektrolyse einer alkoholischen Lösung.

(Tab. IX.)

Salz	reduc. Ag	Verlust des Cr gefunden	ber. als $Cr_{I,3}$
$ZnCl_2$	0.2249	0.0389	0.0363
$ZnCl_2$	0.3117	0.04915	0.0502

Es entsteht hier $CrCl_3$, welches löslich ist und die Flüssigkeit schön grün färbt.

Die Lösungen der Jodmetalle in Alkohol absolutus (J_2Cd wurde von mir benutzt) verhalten sich wie die wässerigen. Jod scheidet sich unverbunden ab, die Chromanode erleidet keinen Verlust.

Als Chrom, welches zu diesen Bestimmungen gedient hatte, nach der Abspülung mit Alkohol und Wasser, sowie dem Trocknen mittels Löschpapier in die Combination *b* mit 30000 S.E. gebracht wurde, gab es Sin 6°. Die Ablenkung nahm wie in den früheren Fällen sogleich ab.

§ 15. In der Beschreibung des Verhaltens des Chroms bin ich im wesentlichen dem Gange gefolgt, welchen meine Untersuchung genommen hatte, und theilte die mit den einfachsten Mitteln gewonnenen Thatsachen, unbeeinflusst von einer Theorie, mit. Es wird zweckmässig sein, in einem Rückblicke die Erfahrungen kurz zusammenzufassen und zu einigen Schlüssen zu benutzen.

Chrom als Anode kann je nach der Temperatur und dem Lösungsmittel bei demselben Elektrolyten jede seiner drei Verbindungsstufen bilden; seine Oberfläche befindet sich dabei in verschiedenen Zuständen, welche nach der Trennung eine gewisse Zeit hindurch sich erhalten.

Am stabilsten erscheint bei gewöhnlicher Temperatur der elektromotorisch inactive Zustand. Dieser ist schon lange beim Eisen bekannt und wird hier gewöhnlich als passiver bezeichnet. Gegenwärtig

gilt mit Recht für dieses Metall als festgestellt, dass seine Passivität durch eine dünne, vom Auge meist nicht erkennbare Oxydhaut bedingt wird.

Ich halte es nicht für möglich, dass ein ähnlicher Überzug den inactiven Zustand des Chroms bedingt.

Es ist zwar richtig, dass das in der Glühhitze angelaufene Chrom in der Combination *b* elektromotorisch sich ebenso wie das mit rein metallischer Oberfläche verhält. Allein folgende Verhältnisse widersprechen jener Annahme meines Erachtens ganz entschieden.

Das Chrom bildet, wesentlich abweichend vom Eisen, im inactiven Zustande als Anode in wässeriger Salzlösung eine bestimmte chemische Verbindung, die Chromsäure, welche sich auflöst. Dabei erneuert sich also seine Oberfläche, die glänzend metallisch bleibt, und fortwährend gelangen Theilchen aus seinem Innern in dieselbe. Wäre nun ein unsichtbares Oxydhäutchen die Ursache seines unverändert bleibenden inactiven Zustandes, so müsste dasselbe ununterbrochen abgestossen und neu erzeugt werden. Der Verlust des Chroms könnte nicht dem Faraday'schen Gesetz und der Formel $Cr_{\frac{1}{6}}$ entsprechen, sondern müsste grösser sein, da neben der Elektrolyse die Bildung der Oxydhaut vor sich geht.

Auch folgende Erfahrung spricht gegen die Existenz eines unsichtbaren Oxydhäutchens. Als Chrom in der Lösung von ClH abwechselnd zur Kathode und Anode gemacht wurde, hätte der Wasserstoff das Oxyd entfernen müssen. Dann wäre aber das Metall activ geworden, und bei der Umkehrung der Stromrichtung wäre statt Chromsäure Chromchlorür entstanden.

Endlich spricht das Verhalten, welches Chrom als Anode in den wässerigen Lösungen der Jodsalze zeigt, gegen das Vorhandensein eines Oxydhäutchens. Wie wir gesehen, wird Jod hier frei abgeschieden, und Chrom erfährt keinen Verlust an Gewicht. Ich habe das Chrom, welches bei der Elektrolyse eines Jodsalzes als Anode dienen sollte, vorher durch Einlegen in geschmolzenes $ZnCl_2$ activ gemacht. Es erschien aber nach der Elektrolyse inactiv, obgleich Sauerstoff an derselben sich nicht betheiligt hatte.

Daher haben wir beim Chrom ein elektromotorisches Verhalten, wie es früher von manchem Forscher irrthümlich beim Eisen angenommen worden ist.

In den drei Zuständen zeigt unser Metall so verschiedene Eigenschaften, wie sie sonst nur verschiedene Metalle besitzen.

Im inactiven Zustande ist es ein edles Metall, reducirt kein anderes Metall aus der Lösung seiner Salze und steht am Ende der Spannungsreihe beim elektronegativen Platin. Befindet es sich dagegen

in dem Zustande, welchen es bei der Bildung seiner elektrolytischen niedrigsten Verbindungsstufe hat, so nimmt es unmittelbar hinter dem Zink in der Spannungsreihe Stellung und verdrängt die Metalle, welche elektronegativer sind, aus ihren Salzen. Es bindet als Anode bei gleichem Gewicht eine dreimal so grosse Menge des Anions, als es im inactiven aufnimmt.

Hat es endlich den Zustand, bei welchem es die mittlere Verbindungsstufe gibt, so liegen seine Eigenschaften zwischen den angegebenen.

Im inactiven Zustande verbindet es sich nicht mit freiem Jod, selbst wenn dieses in statu nascendi ist. Im activen entzieht es das Jod dem Wasserstoff und vereinigt sich damit.

Da wir gegenwärtig noch keine befriedigende Vorstellung von dem Wesen einer chemischen Verbindung und einer elektromotorischen Kraft besitzen, so müssen wir auf eine Erklärung verzichten. Aber von Nutzen für die Gewinnung einer Theorie wird künftig die Kenntniss der Umstände sein, welche den Wechsel jener Zustände des Chroms veranlassen.

Nach den im § 12 besprochenen Erfahrungen scheint der active Zustand, welchen Chrom bei der Bildung der niedrigsten Verbindungsstufe hat, der ursprüngliche zu sein, da eine frisch hergestellte Bruchfläche ihn besitzt. Er ändert sich aber an der Luft in gewöhnlicher Temperatur langsam und geht in den inactiven über.

Dieser Wechsel erfolgt schneller, wenn unser Metall als Anode eines elektrischen Stromes mit den austretenden Anionen in Berührung kommt, und zwar um so rascher, je stärker der Strom, je grösser also die ausgeschiedene Menge der Anionen ist.

Der inactive Zustand ist soweit meine jetzige Erfahrung reicht, in niederer Temperatur an der Luft wie in den Salzlösungen beständig. Die Steigerung der Temperatur bringt aber in letzteren den activen in vielen Fällen zurück.

Bei der geringsten Erhöhung der Temperatur erfolgt diess bei Berührung mit den Wasserstoffverbindungen der Halogene. Wahrscheinlich wird es durch den Umstand bedingt, dass letztere dem Bestande der Chromsäure feindlich sind, mit derselben sich umsetzen.

Hierin dürfte auch der Grund für die Thatsache liegen, dass in alkoholischer Lösung bei der Berührung mit demselben Anion unser Metall nicht Chromsäure, sondern die zweite Verbindungsstufe $CrCl_3$ bildet.

Auf die Wasserstoffsäuren folgen bezüglich der Höhe der Temperatur, in welcher die Aktivität zurückkehrt, die Chlorsalze der Alkali- und alkalischen Erdmetalle, welche bei 100° sie bewirken, sodann die Chlorverbindungen von Metallen der Magnesiumgruppe und

zuletzt der leicht reducirbaren Metalle. Dieser Einfluss des Kation auf die Höhe der Temperatur, bei welcher der Wechsel erfolgt, ist recht auffallend und beachtenswerth.

Der active Zustand, welcher so wiedergewonnen wird, bleibt nach der Trennung und Erkaltung eine Zeit lang bestehen und scheint um so haltbarer zu sein, je höher die Temperatur des Wechsels war.

Die Sauerstoffsalze sind mit Ausnahme der Säuren SO_4H_2 und $C_2O_4H_2$ nicht im Stande, der Chromanode den activen Zustand wiederzugeben, wohl weil der vom Strome abgeschiedene Sauerstoff stets die Bildung der Chromsäure veranlasst.

Über primitive Organisationsverhältnisse, Viviparie und Brutpflege bei Chitonen.

Von Prof. Dr. Ludwig Plate
in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

In Punta Arenas (Magellanstrasse) habe ich in 10 Faden Wasser einen Chiton in zwei Exemplaren erbeutet, welcher mit dem von Rochebrunne[1] beschriebenen *Schizochiton hyadesi* in so vielen Punkten übereinstimmt, dass ich nicht an der Identität der beiden Formen zweifele. Schon Pilsbry hat in seinem vortrefflichen Werke über die Systematik der Chitonen hervorgehoben, dass diese Art unmöglich in die Gattung *Schizochiton* gehören könne. Er glaubt sie in die Gattung *Plaxiphora* stellen zu müssen. Nach meinen Untersuchungen ist auch diese Ansicht nicht haltbar. Aus dem Bau der Schalen ergibt sich mit Sicherheit, dass dieser Chiton in die Pilsbry'sche Unterfamilie der *Callistoplacinae* gehört, aber nicht in eine der sechs zur Zeit hierher gerechneten Gattungen gestellt werden kann. Ich werde deshalb eine neue Gattung *Nuttalochiton* für ihn schaffen, deren wesentliches Merkmal darin besteht, dass der Mantel dicht besetzt ist mit kleinen rundlichen Kalkkörperchen, zwischen denen einzelne zerstreute Stachelbündel stehen. Dieser *Nuttalochiton hyadesi* zeigt nun einige Organisationszüge, die bis jetzt von keiner anderen Chitonart bekannt sind, und die ein besonderes Interesse verdienen, weil sie augenscheinlich einen primitiven Typus darstellen.

An dem Verdauungstractus fällt zunächst auf, dass die Pharynxdivertikel sehr klein sind und sich äusserlich noch kaum als besondere Bildungen des Pharynx abheben. Der Magen zeigt noch nicht die complicirten Verhältnisse, welche für die übrigen Chitonen gelten, sondern besteht aus einer einfachen spindelförmigen Erweiterung, welche fast vollständig dem hypothetischen Ausgangsstadium entspricht, von

[1] Mission au Cap Horn. Mollusques. p. 132. 133.

dem ich kürzlich[1] den Bau der Leberorgane und des Magens abgeleitet habe. Die rechte Leber ist klein und legt sich von oben etwas über den Magen hinüber. Die linke Leber ist sehr viel grösser, schmiegt sich von unten dem Magen an und dringt zwischen den Darmwindungen bis in den hintersten Winkel der Leibeshöhle vor. Beide Leberdrüsen sind zwar vollständig von einander getrennt, münden aber mit gemeinsamer Öffnung in die rechte Seitenkante des Magens, wo dieser in den Darm übergeht, ein. Der Verlauf der Darmschlingen ist nicht so complicirt wie bei der Mehrzahl der Chitonen, stellt aber noch nicht den einfachsten bis jetzt bekannten Typus dar. Er steht zwischen dem Modus der Schlingenanordnung, wie er bei den Gattungen *Mopalia* und *Katharina* angetroffen wird. Die Radula ist dadurch bemerkenswerth, dass die Seitenplatte eine fein gekämmte Schneide trägt und dass an den sie bewegenden Muskeln keine Sarcelemmblasen[2] vorkommen.

Die Geschlechtsorgane sind in beiden Geschlechtern paarig vorhanden und vollständig von einander getrennt, was bis jetzt von keiner anderen Chitonenart bekannt ist. Es sind lange schlauchförmige Organe, welche dicht neben einander unter der Mediane des Rückens liegen und am hintern Ende etwas anschwellen. Sie sind zusammen so gross wie das eine Geschlechtsorgan eines typischen Chitons. Hoden und Ovar zeigen im feinern Bau keine Besonderheiten: an den Seiten und an der Ventralfläche stehen hohe Falten, welche die Keimzellen erzeugen, wohingegen die Rückenseite mit einem Besatz von starken Flimmerzellen versehen ist. Während diese Duplicität der Geschlechtsorgane ohne Zweifel als eine ursprüngliche Bildung anzusehen ist, contrastirt hiermit die beträchtliche Complication der Ausführgänge. Bei dem grössern männlichen Exemplar standen diese schon in Verbindung mit den Hoden, während sie bei dem kleinern weiblichen zwar vollständig entwickelt waren, aber noch nicht mit den Ovarien sich vereinigt hatten, ein Beweis für die Richtigkeit der schon früher von mir vertretenen Anschauung, dass die Ausführgänge von der äusseren Haut durch Einstülpung angelegt werden und sich erst secundär mit den Genitalorganen verbinden. Das Vas deferens entspringt, wie gewöhnlich, von der Dorsalseite des hintersten Endes des Hodens. Es ist anfangs schmal, erweitert sich dann zu einer sehr ansehnlichen Blase, die ich als Vesicula seminalis bezeichnen will, und durchsetzt darauf in der gewöhnlichen Weise die Seitenwand des Körpers, um zwischen der vierten und dritten Kieme auszumünden.

[1] L. Plate, Die Anatomie und Phylogenie der Chitonen. Zoolog. Jahrbücher. Suppl. IV 1897. S. 34.

[2] ebend. S. 57. 58.

Auf dieser ganzen Strecke trägt das Vas deferens überall ein Flimmerepithel. Die beiden Vesiculae seminales stossen in der Mediane zusammen, ohne freilich hier zu verwachsen. Sie fallen äusserlich durch eine braunrothe Farbe auf, die dadurch bedingt wird, dass die Epithelzellen unter dem Ciliensaume dicht mit rothen Kügelchen erfüllt sind. In den Vesiculae bildet das Epithel mannigfaltige Zotten und Leisten. Trotzdem bei diesem Männchen die Verwachsung des Ausführganges mit dem Hoden schon eingetreten war, war die Geschlechtsreife noch nicht erreicht; es wurden nirgends halbreife oder ausgebildete Spermatozoen angetroffen. Der Oviduct bildet jederseits eine lange etwas hin und her gewundene sackförmige Erweiterung, den Uterus, der bis in den hintersten Winkel der Leibeshöhle unterhalb des Herzbeutels vordringt.

Die Niere hat einen völlig eigenartigen Bau, von dem es zur Zeit noch dahingestellt bleiben muss, ob er als eine primitive oder als eine secundär umgestaltete Bildung gedeutet werden muss. Sie stellt jederseits einen grossen flachen Doppel-Sack dar, der der Fussfläche aufliegt und dorsalwärts sich bis an den Seitenrand des Rückens ausdehnt. Der innere bildet an seinem medialen Rande eine Anzahl kurzer breiter Divertikel, welche in den Sinus medianus eindringen und sich hier denen der Gegenseite fast bis zur Berührung nähern können. Die Nierenöffnung befindet sich zwischen der ersten und zweiten Kieme. In dieser Querebene entspringen neben einander zwei kurze Gänge. Der innere steigt, der Seitenwand des Körpers sich anschmiegend, direct nach dem Rücken empor, um als Renopericardialgang in den Herzbeutel sich zu öffnen. Der äussere dringt in die Seitenwand des Körpers ein und bildet den Ureter. Die Niere des *Nuttalochiton* weicht hauptsächlich darin von dem Excretionsorgan der übrigen Chitonen ab, dass sie nicht baumförmig verästelt und diffus gebaut ist, sondern jederseits aus zwei sich vorn vereinigenden Säcken gebildet wird.

Das Blutgefässsystem bietet manche Besonderheiten dar. An dem Ventrikel des Herzens ist der Abschnitt hinter den hintern Atrioventricular-Ostien ausserordentlich klein, was mit der Form der hintersten Schalenplatte zusammenhängt. Eine Aorta fehlt. Aus dem Herzen tritt das Blut in einen Spaltraum, welcher zwischen der Rückenhaut und den Geschlechtsorganen in der ganzen Länge der letzteren nach vorn sich ausdehnt. Er entsteht dadurch, dass die dorsalen Kanten der medialen Flächen der Geschlechtsorgane etwas nach aussen gebogen sind und so zusammen mit der Rückenhaut einen auf dem Querschnitt dreieckigen Raum umschliessen. Dieser Aortenraum setzt sich nach unten fort in den Spalt, welcher zwischen den beiden Ge-

schlechtsorganen liegt, so dass also das Blut auf diesem Wege, gleich nachdem es das Herz verlassen hat, in die Leibeshöhle übertreten kann. Eigentliche Genitalarterien können natürlich bei dem Mangel einer Aorta nicht vorhanden sein. Sie werden aber in physiologischer Hinsicht dadurch ersetzt, dass von dem intergenitalen Spaltraum zahlreiche feine gefässartige Kanäle, welche von dem Epithel der Gonade überzogen werden, ausgehen, in die Geschlechtsorgane eindringen und sich mit den Spitzen der einzelnen Genitalfalten verbinden. Würden der Aortenraum und diese in die Gonaden eindringenden Röhren von einer eigenen bindegewebigen Wandung umschlossen werden, so wäre damit der bei den übrigen Chitonen vorliegende Bau erreicht. Bei der Mehrzahl der Chitonen ist bekanntlich auch eine besondere Arteria Visceralis vorhanden, welche von dem Kopfsinus ausgeht und an ihrer Wurzel die Radulascheide umhüllt. Ihre Seitenäste dringen zunächst in die verschiedenen Leberlappen und dann in die Darmschlingen ein. Von einer solchen Arterie finde ich bei der vorliegenden Art keine Spur, und es scheint auch, dass die bindegewebige Scheidewand, welche sonst die Kopfhöhle von der Eingeweidehöhle sondert, und die ich in der oben citirten Arbeit als Diaphragma bezeichnet habe, hier nicht vorhanden ist. Aus dem Gesagten folgt, dass bei *Nuttalochiton* überhaupt keine Gefässe vorhanden sind, es sei denn, dass man die im Fusse und neben den Kiemen befindlichen Sinus als solche bezeichnen will.

Das Nervensystem zeigt die gewöhnlichen Verhältnisse. Lateropedal-Connective sind vorhanden. Neben dem After liegt jederseits ein von hohem Sinnesepithel gebildetes Osphradium, dessen Nerven der Quercommissur der Lateralstränge entstammen.

Die 24 Kiemen reichen nach vorn fast bis zum Kopfschilde, sind also annähernd holobranch angeordnet. Die vier hintersten sind die Maximalkiemen und gehören dem siebenten Segment an. Zwischen der Basis der Kiemen und dem Fusse breitet sich ein hohes Drüsenepithel aus. Die Lateralfalte ist hoch, bildet aber keinen Laterallappen. Die Kalkkörperchen, welche dicht gedrängt im Mantel sitzen und diesem seine röthliche Färbung verleihen, sind als modificirte Stacheln anzusehen, deren Basaltheile stark erweitert sind, während die Spitzen so klein sind, dass sie an der Oberfläche des Mantels sofort abbrechen und dadurch eine Vertiefung oder einen kleinen konischen Vorsprung auf der freien Fläche des Kalkkörpers erzeugen.

Es ist bekannt, dass die antarktischen Echinodermen besonders zur Brutpflege neigen, ohne dass ein Grund hierfür bis jetzt angegeben werden könnte. Hat doch neuerdings Ludwig[1] nicht weniger

[1] Holothurien der Hamburger Magalhaensischen Sammelreise. Hamburg 1898.

als drei neue Fälle von Brutpflege bei antarktischen Holothurien beschrieben. Es ist nun von Interesse, dass ein gleiches Verhalten auch bei dem *Ischnochiton imitator* Smith vorkommt. Diese Art ist im Territorium der Magellanstrasse sehr häufig. Sie dringt von hier auf der Westküste bis nach Talcahuano und Juan Fernandez, nach Osten im atlantischen Gebiet bis nach den Falklandsinseln vor. Ich besitze mehrere Exemplare, in deren Mantelrinne eine grosse Zahl junger Thierchen dicht zusammengedrängt sitzt, während einzelne auch auf den Rücken der Mutter hinaufgekrochen sind. Bei einer anderen neuen Chitonenspecies, welche in die Gattung *Callistochiton* gehört, finde ich im Innern des Thieres eine grosse Anzahl von ausgebildeten kleinen Thierchen, ohne dass es mir möglich gewesen wäre, auch in diesem Falle eine Brutpflege zu constatiren. Jedenfalls handelt es sich aber in diesem Falle um eine vivipare Form.

Ausgegeben am 17. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

17. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

1. Hr. Erman las: Über drei Inschriften der Gräber von Elephantine. (Abh.)

Drei Fürsten von Elephantine aus dem Ende des alten Reiches (um 2500 v. Chr.) haben uns Inschriften in ihren Gräbern hinterlassen, in denen sie ihre Reisen in Nubien und den angrenzenden Wüsten erzählen. Dem einen gelang es, ausser anderen Schätzen auch einen Zwerg von dort mitzubringen, an dem der König besonderes Gefallen hatte; der Brief, den der König ihm daraufhin schrieb, ist uns auch im Grabe erhalten. Der zweite wurde an die Küste des Rothen Meeres gesandt, wo die Beduinen einen aegyptischen Officier, der ein Schiff abschicken sollte, getödtet hatten. Der dritte zog aus, um die Leiche seines Vaters, der in der Fremde gestorben war, heimzuführen; es gelang ihm und er brachte auch alle Schätze, die der Vater erworben hatte, glücklich zum Könige, der ihn dafür belohnte.

2. Hr. A. Weber legte das von ihm herausgegebene Werk vor: Indische Studien. XVIII. Band. Leipzig 1898.

Ausgegeben am 24. März.

1898.
XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

17. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Fuchs las: Zur Theorie der simultanen linearen partiellen Differentialgleichungen.

Der Verfasser hat in früheren Mittheilungen in diesen Berichten die Ableitung nach einem Parameter t der Lösung y einer in Bezug auf eine Variabele x gebildeten linearen Differentialgleichung als linearen Differentialausdruck in y dargestellt, und die Abhängigkeit des y von t insbesondere für den Fall erörtert, wo die Coefficienten des Differentialausdrucks ebenso wie die der ursprünglichen Gleichung rationale Functionen von x und t sind. Die gegenwärtige Mittheilung enthält — ohne jede Voraussetzung über die Natur dieser Coefficienten — die Grundlage für das Studium der Abhängigkeit des y von t in allen Fällen.

Zur Theorie der simultanen linearen partiellen Differentialgleichungen.

Von L. Fuchs.

Die gegenwärtige Notiz knüpft an die Untersuchungen an, welche ich seit dem Jahre 1888 in verschiedenen Mittheilungen der Sitzungsberichte[1] veröffentlicht habe. Der Ausgangspunkt unserer Untersuchung ist hier von dem früher eingenommenen dadurch verschieden, dass ich weder über die Natur der Coefficienten der vorgelegten Differentialgleichung, noch über die analytische Bedeutung der Coefficienten in dem Ausdrucke der Ableitung der Integralfunction nach einem Parameter etwas voraussetze. Hiernach beschäftigen wir uns mit einer Classe von zwei simultanen linearen partiellen Differentialgleichungen mit zwei unabhängigen Variablen. An die Stelle der associirten Differentialgleichung (H.)[2] tritt eine allgemeinere Classe von Differentialgleichungen, von welchen die erstere ein besonderer Fall ist. Die im Folgenden ausgeführten Entwickelungen bilden die Grundlage für die analytische Untersuchung der Integrale einer linearen Differentialgleichung, deren Coefficienten von einem Parameter abhängen in allen Fällen, sobald besondere Voraussetzungen über die Coefficienten gemacht sind. Sie gestatten nicht nur früher gewonnene Resultate von einem neuen Gesichtspunkte aus herzuleiten, sondern sie geben auch Gelegenheit zu weiteren Resultaten, wie ich in einer späteren Mittheilung zeigen zu können hoffe.

Es möge bei dieser Gelegenheit bemerkt werden, dass sich in der Mittheilung in den Sitzungsberichten 1888, S. 1284, Gleichung (15.)–(21.) ein Rechenfehler eingeschlichen hat, welcher den dort gegebenen Beweis beeinträchtigt.

1.

Es seien $P(y)$, $M(y)$ zwei lineare homogene Differentialausdrücke, deren Coefficienten Functionen von x, von der Beschaffenheit sind, dass

[1] 1888. S. 1115, 1273; 1889. S. 713; 1890. S. 21; 1892. S. 157; 1893. S. 975; 1894. S. 1117.

[2] Sitzungsberichte 1888. S. 1118.

$M(y) \cdot P(y)$ für eine willkürliche Function y von x ein vollständiger Differentialquotient werde. Seien $P'(y)$, $M'(y)$ die zu $P(y)$, $M(y)$ bezüglich adjungirten Differentialausdrücke, so ergiebt sich aus den Entwickelungen (Sitzungsberichte 1888, S. 1273–74), dass auch

$$y \cdot P'\big(M(y)\big)$$

ein vollständiger Differentialquotient werden muss, wofür die Identität

$$P'\big(M(y)\big) + M'\big(P(y)\big) = 0 \tag{1.}$$

die nothwendige und hinreichende Bedingung ist.

Aus derselben folgt, dass für eine Lösung y der Gleichung

$$P(y) = 0 \tag{2.}$$

der Ausdruck $M(y)$ der adjungirten Differentialgleichung genügt.

Die Gleichung (1.) ist nur erfüllbar, wenn die Summe der Ordnungszahlen von $P(y)$ und $M(y)$ eine ungerade Zahl ist.

Setzen wir

$$P(y) = y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \ldots + p_n y, \tag{A.}$$

wo $y^{(\lambda)}$ die λ^{te} Ableitung nach x bedeuten soll, und

$$M(y) = 2\,[R_{n-1,n-1} y^{(n-1)} + \ldots + R_{n-1,0}\, y], \tag{B.}$$

so muss demnach die Ordnungszahl der höchsten nicht verschwindenden Ableitung in $M(y)$ die Form haben $n-1-2\varkappa$, wo $\varkappa$ Null oder eine ganze positive Zahl bedeutet.

Sei

$$Z = \int M(y)\, P(y)\, dx = \int y\, P'\big(M(y)\big)\, dx + B\big(y, M(y)\big)$$
$$= \sum_{\alpha,\beta}^{0 \ldots n-1} R_{\alpha\beta}\, y^{(\alpha)} y^{(\beta)}, \qquad R_{\alpha\beta} = R_{\beta\alpha}, \tag{C.}$$

wo $B(u, v)$ einen bilinearen Ausdruck von u, v bedeutet, dessen Coefficienten sich rational aus den Coefficienten von $P(y)$ und ihren Ableitungen zusammensetzen (vergl. Sitzungsberichte 1888, S. 1273), und wo $R_{\alpha\beta}$ solche Functionen von x sind, dass die Gleichung

$$\frac{\partial Z}{\partial x} = M(y) \cdot P(y) \tag{D.}$$

für jede Function y von x befriedigt wird. Aus (D.) ergiebt sich zur Bestimmung der $R_{\alpha\beta}$ das System von Differentialgleichungen

$$\frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial x} = -R_{\alpha,\beta-1} - R_{\alpha-1,\beta} + R_{n-1,\alpha}\, p_{n-\beta} + R_{n-1,\beta}\, p_{n-\alpha} \qquad \begin{pmatrix} \alpha = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, n-1 \end{pmatrix} \tag{E.}$$

wo die R mit einem negativen Index durch Null zu ersetzen sind.

Aus Gleichung (C.) ergiebt sich der folgende Satz:

Sind die Coefficienten von $P(y)$ algebraische (rationale) Functionen von x und sind von einem Lösungssysteme $R_{\alpha\beta}$ der Gleichungen (E.) die Elemente $R_{n-1\beta}$ ebenfalls algebraische (rationale) Functionen von x, so sind auch die übrigen Elemente algebraische (rationale) Functionen von x.

2.

Wir wollen nunmehr voraussetzen, dass die Coefficienten p_α in $P(y)$ ausser von x von noch einer anderen Variablen t abhängen.

Wir differentiiren die Gleichung

$$(1.)\qquad P(y) = 0$$

nach t und erhalten, wie in den Sitzungsberichten 1888, S. 1281

$$(2.)\qquad P\left(\frac{\partial y}{\partial t}\right) + \frac{\partial p_1}{\partial t} y^{(n-1)} + \ldots + \frac{\partial p_n}{\partial t} y = 0,$$

Wir setzen jetzt

$$(3.)\qquad \frac{\partial y}{\partial t} = D_{00} y + D_{01} y' + \ldots + D_{0n-1} y^{(n-1)}.$$

Die Differentiation dieser Gleichung nach x ergebe nach Reduction der Ableitungen von y höherer Ordnung als $n-1$ durch die niedrigerer Ordnung vermittelst der Gleichung (1.)

$$(4.)\qquad \frac{\partial y^{(\alpha)}}{\partial t} = D_{\alpha 0} y + \ldots + D_{\alpha, n-1} y^{(n-1)}.$$

Substituiren wir die Ausdrücke (3.), (4.) in Gleichung (2.) und fordern, dass das Resultat in Bezug auf $y, y', \ldots, y^{(n-1)}$ eine Identität werde, so ergiebt sich das folgende System von Differentialgleichungen für die Functionen $D_{\alpha\beta}$

$$(\mathrm{F.})\qquad \frac{\partial D_{\alpha\beta}}{\partial x} = D_{\alpha+1,\beta} - D_{\alpha,\beta-1} + p_{n-\beta} D_{\alpha,n-1}, \qquad \text{für } \alpha \leq n-2$$

$$(\mathrm{F'.})\qquad \frac{\partial D_{n-1\beta}}{\partial x} = -D_{n-1\beta-1} + p_{n-\beta} D_{n-1,n-1} - \sum_1^n {}_l\, p_l D_{n-l,\beta} - \frac{\partial p_{n-\beta}}{\partial t},$$

wo die Grössen $D_{\alpha\beta}$ mit einem negativen Index durch Null zu ersetzen sind.

3.

Wir setzen

$$(\mathrm{G.})\qquad W_{\alpha\beta} = \frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial t} + \sum_0^{n-1} {}_\varkappa [R_{\alpha\beta} D_{\varkappa\alpha} + R_{\varkappa\alpha} D_{\varkappa\beta}],$$

so folgt zunächst aus $R_{\alpha\beta} = R_{\beta\alpha}$

$$(1.)\qquad W_{\alpha\beta} = W_{\beta\alpha}.$$

Aus den Gleichungen (E.) ergiebt sich:

$$(2.)\quad \frac{\partial^2 R_{\alpha\beta}}{\partial x \partial t} = -\frac{\partial R_{\alpha,\beta-1}}{\partial t} - \frac{\partial R_{\alpha-1,\beta}}{\partial t} + p_{n-\beta}\frac{\partial R_{n-1,\alpha}}{\partial t} + p_{n-\alpha}\frac{\partial R_{n-1,\beta}}{\partial t} + R_{n-1,\alpha}\frac{\partial p_{n-\beta}}{\partial t} + R_{n-1,\beta}\frac{\partial p_{n-\alpha}}{\partial t}.$$

Ferner folgt aus (E.), (F.), (F'.)

$$(3.)\quad \frac{\partial}{\partial t}\sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}[R_{\varkappa\beta}D_{\varkappa\alpha} + R_{\varkappa\alpha}D_{\varkappa\beta}] = -\left(W_{\alpha,\beta-1} - \frac{\partial R_{\alpha,\beta-1}}{\partial t}\right) - \left(W_{\alpha-1,\beta} - \frac{\partial R_{\alpha-1,\beta}}{\partial t}\right) + p_{n-\alpha}\left(W_{n-1,\beta} - \frac{\partial R_{n-1,\beta}}{\partial t}\right) + p_{n-\beta}\left(W_{\alpha,n-1} - \frac{\partial R_{\alpha,n-1}}{\partial t}\right) - R_{n-1,\alpha}\frac{\partial p_{n-\beta}}{\partial t} - R_{n-1,\beta}\frac{\partial p_{n-\alpha}}{\partial t}.$$

Aus (1.) und (2.) folgt demnach

$$(\text{H.})\quad \frac{\partial W_{\alpha\beta}}{\partial x} = -W_{\alpha,\beta-1} - W_{\alpha-1,\beta} + p_{n-\alpha}W_{n-1,\beta} + p_{n-\beta}W_{\alpha n-1}, \quad \begin{matrix}\alpha = 0, 1, \dots, n-1\\ \beta = 0, 1, \dots, n-1\end{matrix}$$

welches System mit (E.) übereinstimmt.

I. Es genügen also die Functionen $W_{\alpha\beta}$ demjenigen Systeme von Differentialgleichungen in Bezug auf die Variable x, welches von den Functionen $R_{\alpha\beta}$ befriedigt wird.

Bezeichnen wir daher ein Fundamentalsystem von Lösungen der Gleichungen (E.) mit $R^{(1)}_{\alpha\beta}, R^{(2)}_{\alpha\beta}, \dots, R^{(\nu)}_{\alpha\beta}$, wo

$$(4.)\qquad \nu = \frac{n(n+1)}{2},$$

und

$$\begin{matrix}\alpha = 0, 1, \dots, n-1,\\ \beta = 0, 1, \dots, n-1,\end{matrix}\quad R_{\alpha\beta} = R_{\beta\alpha},$$

so ist

$$(\text{J.})\qquad W_{\alpha\beta} = c_1 R^{(1)}_{\alpha\beta} + \dots + c_\nu R^{(\nu)}_{\alpha\beta}, \qquad \begin{matrix}\alpha = 0, 1, \dots, n-1\\ \beta = 0, 1, \dots, n-1\end{matrix}$$

worin die Grössen $c_\varkappa$ von x unabhängige Grössen bedeuten. Diese Grössen behalten für alle Combinationen von α, β denselben Werth, haben aber im Allgemeinen verschiedene Werthe für die verschiedenen Lösungen $D_{\alpha\beta}$ des Gleichungssystems (F.), (F'.) und für die verschiedenen Lösungen $R_{\alpha\beta}$ des Gleichungssystems (E.) im Ausdrucke von $W_{\alpha\beta}$ in Gleichung (G.).

4.

Ehe wir unseren Gegenstand weiter verfolgen, schalten wir folgende Digression über Systeme von linearen Differentialgleichungen mit zwei unabhängigen Veränderlichen ein.

Sei

$$(1.)\qquad \frac{\partial z_i}{\partial x} = a_{i1} z_1 + a_{i2} z_2 + \ldots + a_{in} z_n. \qquad i = 1, 2, \ldots, n$$

Es soll festgestellt werden, wann ein Fundamentalsystem von Integralen dieses Systems gleichzeitig das System

$$(2.)\qquad \frac{\partial z_i}{\partial t} = b_{i1} z_1 + b_{i2} z_2 + \ldots + b_{in} z_n \qquad i = 1, 2, \ldots, n$$

befriedigt.

Hierzu ist zunächst die nothwendige Bedingung, dass die Gleichungen

$$(3.)\qquad \frac{\partial a_{\varkappa\lambda}}{\partial t} + \sum_1^n {}_i a_{\varkappa i} b_{i\lambda} = \frac{\partial b_{\varkappa\lambda}}{\partial x} + \sum_1^n {}_i b_{\varkappa i} a_{i\lambda} \qquad \begin{matrix}\varkappa = 1, \ldots, n\\ \lambda = 1, \ldots, n\end{matrix}$$

identisch erfüllt sind.

Ist

$$z_{1i}, z_{2i}, \ldots, z_{ni} \qquad i = 1, 2, \ldots, n$$

ein Fundamentalsystem von (1.), so soll (2.) befriedigt werden durch

$$(4.)\qquad z_i = c_1 z_{1i} + c_2 z_{2i} + \ldots + c_n z_{ni}, \qquad i = 1, 2, \ldots, n$$

wo die $c_1, c_2, \ldots, c_n$ blosse Functionen von t sind. Substituiren wir die Ausdrücke (4.) in (2.), so erhalten wir

$$(5.)\qquad \frac{\partial c_1}{\partial t} z_{1\lambda} + \ldots + \frac{\partial c_n}{\partial t} z_{n\lambda} = c_1 P_{1\lambda} + \ldots + c_n P_{n\lambda},$$

wo

$$(6.)\qquad P_{\mu\lambda} = b_{\lambda 1} z_{\mu 1} + \ldots + b_{\lambda n} z_{\mu n} - \frac{\partial z_{\mu\lambda}}{\partial t}. \qquad \lambda, \mu = 1, 2, \ldots, n$$

Es ist

$$(7.)\qquad \frac{\partial P_{\mu\lambda}}{\partial x} = \sum_1^n {}_i \left[\frac{\partial b_{\lambda i}}{\partial x} + b_{\lambda 1} a_{1i} + \ldots + b_{\lambda n} a_{ni}\right] z_{\mu i} - \frac{\partial^2 z_{\mu\lambda}}{\partial x \partial t},$$

oder nach (3.)

$$(8.)\qquad \frac{\partial P_{\mu\lambda}}{\partial x} = \sum_1^n {}_i \left[\frac{\partial a_{\lambda i}}{\partial t} + a_{\lambda 1} b_{1i} + \ldots + a_{\lambda n} b_{ni}\right] z_{\mu i} - \frac{\partial^2 z_{\mu\lambda}}{\partial x \partial t}.$$

Hieraus folgt

$$(9.)\qquad \frac{\partial P_{\mu\lambda}}{\partial x} = a_{\lambda 1} P_{\mu 1} + a_{\lambda 2} P_{\mu 2} + \ldots + a_{\lambda n} P_{\mu n}.$$

Aus (9.) folgt

$$(10.)\qquad P_{\mu\lambda} = \gamma_{1\mu} z_{1\lambda} + \ldots + \gamma_{n\mu} z_{n\lambda},$$

wo $\gamma_{\varkappa\mu}$ von x unabhängig. Substituiren wir die Ausdrücke (10.) in (5.), so kommt

$$(11.)\qquad \frac{\partial c_1}{\partial t} z_{1\lambda} + \dots + \frac{\partial c_n}{\partial t} z_{n\lambda} = \sum_{1}^{n}{}_{\varkappa} c_\varkappa [\gamma_{1\varkappa} z_{1\lambda} + \dots + \gamma_{n\varkappa} z_{n\lambda}].$$

Hieraus folgt

$$(12.)\qquad \frac{\partial c_\mu}{\partial t} = c_1 \gamma_{\mu 1} + c_2 \gamma_{\mu 2} + \dots + c_n \gamma_{\mu n}.$$

Aus diesen Gleichungen bestimmen sich $c_1, c_2, \dots, c_n$ als Functionen von t.

Ist

$$\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i}, \dots, \varepsilon_{ni} \qquad i = 1, 2, \dots, n$$

ein Fundamentalsystem von Lösungen von (12.), so ist

$$(13.)\qquad c_i = \delta_1 \varepsilon_{1i} + \dots + \delta_n \varepsilon_{ni}, \qquad i = 1, 2, \dots, n$$

wo $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$ willkürliche von x und t unabhängige Grössen bedeuten.

Es genügen demnach

$$(14.)\qquad z_i = \delta_1 w_{1i} + \dots + \delta_n w_{ni}, \qquad i = 1, 2, \dots, n$$

wo

$$(15.)\qquad w_{\alpha\beta} = \varepsilon_{\alpha 1} z_{1\beta} + \dots + \varepsilon_{\alpha n} z_{n\beta}$$

den beiden Systemen (1.) und (2.) für beliebige von x und t unabhängige Werthe von $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_n$.

5.

Sei eine bestimmte Particularlösung $D_{\alpha\beta}^{(0)}$ von (F.) (F'.) gegeben, so ist jede Lösung des Systems (F.), (F'.) in der Form

$$(1.)\qquad D_{\alpha\beta} = D_{\alpha\beta}^{(0)} + E_{\alpha\beta}$$

enthalten, wo $E_{\alpha\beta}$ durch das Gleichungssystem

$$(\text{K.})\qquad \frac{\partial E_{\alpha\beta}}{\partial x} = E_{\alpha+1,\beta} - E_{\alpha\beta-1} + p_{n-\beta} E_{\alpha,n-1} \qquad \text{für } \alpha = 0, 1, \dots, n-2$$

$$(\text{K}'.)\qquad \frac{\partial E_{n-1,\beta}}{\partial x} = -E_{n-1,\beta-1} + E_{n-1,n-1} p_{n-\beta} - \sum_{1}^{n}{}_{l} p_l E_{n-l,\beta}$$

bestimmt wird.

Sei nunmehr vorausgesetzt, dass eine Lösung $R_{\alpha\beta}$ des Systems (E.) der Gleichung

$$(\text{L.})\qquad W_{\alpha\beta}^{(0)} = \frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial t} + \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa} [R_{\varkappa\beta} D_{\varkappa\alpha}^{(0)} + R_{\varkappa\alpha} D_{\varkappa\beta}^{(0)}] = 0$$

Genüge leistet. Dass solche Lösungen $R_{\alpha\beta}$ vorhanden sind, ergiebt

sich daraus, dass für die Systeme (E.) und (L.) die Bedingung der Integrabilität Gleichungen (3.) voriger Nummer erfüllt ist.

Sei $E^{(1)}_{\alpha\beta}, E^{(2)}_{\alpha\beta}, \ldots, E^{(n^2)}_{\alpha\beta}$ ein Fundamentalsystem von Lösungen des Systems (K.), (K'.), so ist nach Nr. 3 Gleichung (J.)

$$(2.) \quad \frac{\partial R_{\alpha\beta}}{\partial t} + \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} [R_{\kappa\beta}(E^{(\lambda)}_{\kappa\alpha} + D^{(0)}_{\kappa\alpha}) + R_{\kappa\alpha}(E^{(\lambda)}_{\kappa\beta} + D^{(0)}_{\kappa\beta})] = c_{\lambda 1} R^{(1)}_{\alpha\beta} + \ldots + c_{\lambda\nu} R^{(\nu)}_{\alpha\beta},$$

wo $c_{\lambda\kappa}$ von x unabhängige Grössen bedeuten. Aus dieser Gleichung folgt wegen (L.)

$$(\text{M.}) \quad \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} [R_{\kappa\beta} E^{(\lambda)}_{\kappa\alpha} + R_{\kappa\alpha} E^{(\lambda)}_{\kappa\beta}] = c_{\lambda 1} R^{(1)}_{\alpha\beta} + \ldots + c_{\lambda\nu} R^{(\nu)}_{\alpha\beta}.$$

Wir bilden diese Gleichungen successive für $\lambda = 1, 2, \ldots, n^2$ und multipliciren die zum Index λ gehörige mit einer von x unabhängigen Grösse γ_λ, addiren sämmtliche Gleichungen, setzen

$$(3.) \quad E'_{\alpha\beta} = \gamma_1 E^{(1)}_{\alpha\beta} + \gamma_2 E^{(2)}_{\alpha\beta} + \ldots + \gamma_{n^2} E^{(n^2)}_{\alpha\beta}$$

und bestimmen $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_{n^2}$ den Gleichungen

$$(4.) \quad \gamma_1 c_{1\kappa} + \gamma_2 c_{2\kappa} + \ldots + \gamma_{n^2} c_{n^2\kappa} = 0 \qquad \kappa = 1, 2, \ldots, \nu$$

gemäss, so ergiebt sich

$$(\text{M}'.) \quad \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} (R_{\kappa\beta} E'_{\kappa\alpha} + R_{\kappa\alpha} E'_{\kappa\beta}) = 0, \qquad \begin{matrix} \alpha = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, n-1 \end{matrix}$$

Die Functionen $E'_{\alpha\beta}$ enthalten

$$n^2 - \nu = n^2 - \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

von x unabhängige willkürliche Grössen linear und homogen.

6.

Um die Abhängigkeit der Functionen $E'_{\alpha\beta}$ von den willkürlichen Grössen besser hervortreten zu lassen, setzen wir

$$(\text{N.}) \quad \sum_{0}^{n-1} R_{\kappa\beta} E'_{\kappa\alpha} = a_{\alpha\beta}, \qquad \text{für } \begin{matrix} \alpha = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, n-1 \end{matrix}$$

Hierdurch gehen die Gleichungen (M'.) über in

$$(\text{M}^{(2)}.) \quad \left. \begin{matrix} \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} R_{\kappa\beta} E'_{\kappa\alpha} = a_{\alpha\beta} \\ \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} R_{\kappa\alpha} E'_{\kappa\beta} = -a_{\alpha\beta} \end{matrix} \right\} \qquad \begin{matrix} \alpha \neq \beta, \\ \alpha = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, n-1 \end{matrix}$$

$$\sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} R_{\kappa\alpha} E'_{\kappa\alpha} = 0. \qquad \alpha = 0, 1, \ldots, n-1$$

Durch Differentiation der Gleichungen (N.) nach x ergiebt sich mit Hülfe der Gleichungen (E.), (K.), (K'.)

$$(\mathrm{O.})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial a_{\alpha\beta}}{\partial x} = -a_{\alpha,\beta-1} - a_{\alpha-1,\beta} + p_{n-\beta}a_{\alpha,n-1} + p_{n-\alpha}a_{n-1,\beta} \\ a_{\alpha\alpha} = 0, \\ \alpha \neq \beta. \end{cases}$$

$$\alpha = 0, \ldots, n-1$$
$$\beta = 0, \ldots, n-1$$

Sei

$$(1.)\qquad \Delta = \begin{vmatrix} R_{00} & R_{10} & \ldots R_{n-1,0} \\ R_{01} & R_{11} & \ldots R_{n-1,1} \\ . & . & \ldots . \\ R_{0,n-1} & R_{1,n-1} & \ldots R_{n-1,n-1} \end{vmatrix}$$

und $\rho_{\kappa\lambda}$ die zu $R_{\kappa\lambda}$ gehörige Unterdeterminante der Determinante Δ.

Die Gleichungen ($M^{(2)}$.) ergeben alsdann

$$(\mathrm{P.})\qquad \Delta E'_{\kappa\alpha} = \sum_{\beta=0}^{n-1} \rho_{\kappa\beta}a_{\alpha\beta}. \qquad \begin{matrix}\kappa = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \alpha = 0, 1, \ldots, n-1\end{matrix}$$

Die allgemeine Lösung des Gleichungssystems (O.) enthält $\dfrac{n(n-1)}{2}$ willkürliche Constanten. Daher ergiebt sich das folgende Resultat:

Ist Δ von Null verschieden, so liefern die Gleichungen (P.) die Werthe der Functionen $E'_{\alpha\beta}$, wenn in denselben für $a_{\alpha\beta}$ die allgemeine Lösung der Gleichung (O.) gesetzt wird.

Aus den Gleichungen (E.) folgt

$$\frac{\partial \Delta}{\partial x} = \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} \rho_{\lambda\kappa} \frac{\partial R_{\lambda\kappa}}{\partial x}$$
$$= \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\kappa} \rho_{\lambda\kappa}[-R_{\lambda,\kappa-1} - R_{\lambda-1,\kappa} + R_{n-1,\lambda}p_{n-\kappa} + R_{n-1,\kappa}p_{n-\lambda}].$$

Da $R_{\alpha\beta} = R_{\beta\alpha}$ und folglich auch $\rho_{\alpha\beta} = \rho_{\beta\alpha}$, so folgt

$$\sum_{\kappa} \rho_{\lambda\kappa} R_{\lambda-1,\kappa} = 0, \quad \sum_{\lambda} \rho_{\kappa\lambda} R_{\kappa-1,\lambda} = 0,$$
$$\sum_{\kappa} p_{n-\kappa} \sum_{\lambda} \rho_{\kappa\lambda} R_{n-1,\lambda} = p_1 \Delta,$$
$$\sum_{\lambda} p_{n-\lambda} \sum_{\kappa} \rho_{\lambda\kappa} R_{n-1,\kappa} = p_1 \Delta;$$

folglich

$$(\mathrm{Q.})\qquad \frac{\partial \Delta}{\partial x} = 2p_1 \Delta.$$

Sei

$$(2.)\qquad \mathrm{E} = \begin{vmatrix} E_{00} & E_{01} & \ldots E_{0,n-1} \\ E_{10} & E_{11} & \ldots E_{1,n-1} \\ . & . & \ldots . \\ E_{n-1,0} & E_{n-1,1} & \ldots E_{n-1,n-1} \end{vmatrix}.$$

Bezeichnen wir mit $e_{\lambda\varkappa}$ die zum Gliede $E_{\lambda\varkappa}$ gehörige Unterdeterminante von E, so folgern wir aus den Gleichungen (K.), (K'.)

$$\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x} = \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{\lambda\varkappa} \frac{\partial E_{\lambda\varkappa}}{\partial x} = \sum_{0}^{n-2}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{\lambda\varkappa} [E_{\lambda+1,\varkappa} - E_{\lambda,\varkappa-1} + p_{n-\varkappa} E_{\lambda,n-1}]$$
$$+ \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{n-1,\varkappa} \Big[-E_{n-1,\varkappa-1} + E_{n-1,n-1} p_{n-\varkappa} - \sum_{1}^{n}{}_{l}\, p_l E_{n-l,\varkappa} \Big].$$

Nun ist

$$\sum_{0}^{n-2}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda\varkappa-1} + \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{n-1\varkappa} E_{n-1,\varkappa-1}$$
$$= \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda,\varkappa-1} = \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa} \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda}\, e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda\varkappa-1} = 0.$$

$$\sum_{0}^{n-2} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda+1,\varkappa} = 0.$$

$$\sum_{0}^{n-3}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, p_{n-\varkappa} e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda,n-1} + E_{n-1\,n-1} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, p_{n-\varkappa} e_{n-1,\varkappa} = \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda} \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, p_{n-\varkappa} e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda,n-1}$$
$$= \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, p_{n-\varkappa} \sum_{0}^{n-1}{}_{\lambda}\, e_{\lambda\varkappa} E_{\lambda,n-1} = p_1 \mathrm{E}.$$

Endlich

$$\sum_{1}^{n}{}_{l}\, p_l \sum_{0}^{n-1}{}_{\varkappa}\, e_{n-1,\varkappa} E_{n-l,\varkappa} = p_1 \mathrm{E},$$

folglich

(R.) $$\frac{\partial \mathrm{E}}{\partial x} = 0.$$

Bezeichnen wir mit E' die Determinante, welche entsteht, wenn wir in E an Stelle von $E_{\alpha\beta}$ die speciellen Functionen $E'_{\alpha\beta}$ treten lassen, so ergeben die Gleichungen (P.) mit Rücksicht darauf, dass $R_{\alpha\beta} = R_{\beta\alpha}$ und folglich auch $z_{\alpha\beta} = z_{\beta\alpha}$,

(S.) $$\Delta^n \mathrm{E}' = \Delta^{n-1} A,$$

wo

(4.) $$A = \begin{vmatrix} a_{00} & a_{01} & \dots a_{0,n-1} \\ a_{10} & a_{11} & \dots a_{1,n-1} \\ \cdot & \cdot & \dots\cdot \\ a_{n-1,0} & a_{n-1,1} & \dots a_{n-1,n-1} \end{vmatrix}.$$

Aus den Gleichungen ($M^{(n)}$.) folgt

(5.) $$a_{\alpha\beta} = -a_{\beta\alpha}, \quad a_{\alpha\alpha} = 0.$$

Es folgt also aus Gleichung (S.):

Für eine ungerade Ordnungszahl n der Differentialgleichung

(6.) $$P(y) = 0$$

ist identisch entweder

(7.) $$\Delta = 0,$$

oder

(7ª.) $$E' = 0.$$

Da sich aus den Gleichungen (Q.) (R.) ergiebt

(S.) $$\Delta = \gamma e^{\int 2p_1 dx}$$
$$E' = \delta,$$

wo γ, δ von x unabhängige Grössen bedeuten, so muss nach Gleichung (S.)

(9.) $$A = \gamma\delta e^{\int 2p_1 dx}$$

sein. In der That folgt auch mit Hülfe der Gleichungen (O.) direct, dass

(10.) $$A = Ce^{\int 2p_1 dx},$$

wo C von x unabhängig.

Aus den Gleichungen $M^{(2)}$ ergiebt sich auch

(P'.) $$E' R_{\varkappa\beta} = \sum_{\alpha}^{0, n-1} e_{\varkappa\alpha} a_{\alpha\beta}.$$

Da $R_{\varkappa\beta} = R_{\beta\varkappa}$, so folgt aus (P'.)

(11.) $$\sum_{\alpha}^{0, n-1} (e_{\varkappa\alpha} a_{\alpha\beta} - e_{\beta\alpha} a_{\alpha\varkappa}) = 0, \qquad \begin{matrix} \varkappa = 0, 1, \ldots, n-1 \\ \beta = 0, 1, \ldots, n-1 \end{matrix}$$

7.

Wir setzen

(1.) $$R_{m, n-1} y^{(n-1)} + R_{m, n-2} y^{(n-2)} + \ldots + R_{m, 0} y = w_m,$$
$$m = 0, 1, \ldots, n-1$$

wo $R_{\alpha\beta}$ Lösungen der Gleichungen (E.) und y irgend eine Lösung der Gleichung

(2.) $$P(y) = 0$$

bedeutet.

Nach Nr. 1 ist w_{n-1} ein Integral der zu (2.) adjungirten Differentialgleichung.

Wir erhalten unter Benutzung der Gleichungen (E.)

(T.) $$\frac{\partial w_m}{\partial x} = -w_{m-1} + p_{n-m} w_{n-1}, \qquad \text{für } m = 0, 1, \ldots, n-1$$

wenn wir $w_{-1} = 0$ setzen.

Ist

(3.) $$\Delta = 0,$$

so ergeben sich aus (1.) zwischen $w_0, w_1, \ldots, w_{n-1}$ die Relationen

(4.) $$\rho_{0\varkappa} w_0 + \rho_{1\varkappa} w_1 + \ldots + \rho_{n-1\,\varkappa} w_{n-1} = 0. \qquad \varkappa = 0, 1, \ldots, n-1$$

Sind insbesondere die Coefficienten $p_\varkappa$ rationale Functionen und die Functionen $R_{\alpha\beta}$ in Gleichung (1.) rationale Lösungen von (E.), so folgt aus dem Umstande, dass jede Ableitung von w_m nach x eine lineare homogene Function von $w_0, \ldots, w_{n-1}$ mit rationalen Coefficienten ist, aus Gleichung (3.), dass schon zwischen

$$w_m, \frac{\partial w_m}{\partial x}, \ldots, \frac{\partial^{n-1} w_m}{\partial x^{n-1}}$$

eine lineare homogene Relation mit rationalen Coefficienten stattfindet. Insbesondere ergiebt sich dann, dass die zu (2.) adjungirte Differentialgleichung und folglich auch die Differentialgleichung (2.) reductibel ist.

Wenn wiederum die Grössen $R_{\alpha\beta}$ den Gleichungen (L.) genügen, so ergiebt sich nach Gleichung (4.) Nr. 2

$$\frac{\partial w_m}{\partial t} = \sum_\lambda^{n-1} \left[R_{m\lambda} \frac{\partial y^{(\lambda)}}{\partial t} + y^{(\lambda)} \frac{\partial R_{m,\lambda}}{\partial t} \right]$$
$$= \sum_\lambda^{n-1} \left[R_{m\lambda} \sum_\varkappa^{n-1} D_{\lambda\varkappa}^{(0)} y^{(\varkappa)} - y^{(\lambda)} \sum_\varkappa^{n-1} (R_{\varkappa\lambda} D_{\varkappa m}^{(0)} + R_{\varkappa m} D_{\varkappa\lambda}^{(0)}) \right].$$

Der Coefficient von $y^{(\beta)}$ in dieser Summe ist:

$$\sum_\lambda R_{m\lambda} D_{\lambda\beta}^{(0)} - \sum_\varkappa (R_{\varkappa\beta} D_{\varkappa m}^{(0)} + R_{\varkappa m} D_{\varkappa\beta}^{(0)}) = -\sum_\varkappa R_{\varkappa\beta} D_{\varkappa m}^{(0)},$$

also

$$\frac{\partial w_m}{\partial t} = -\sum_\beta^{n-1} \sum_\varkappa^{n-1} R_{\varkappa\beta} D_{\varkappa m}^{(0)} y^{(\beta)},$$

woraus sich ergiebt

(T'.) $$\frac{\partial w_m}{\partial t} = -\sum_\varkappa^{n-1} D_{\varkappa m}^{(0)} w_\varkappa.$$

Durch Vergleichung der beiden Werthe von $\frac{\partial^2 w_m}{\partial x \partial t}$, welche aus den Gleichungen (T.) und (T'.) unter Zuhülfenahme der Gleichungen (E.), (F.), (F'.) erhalten werden, ergiebt sich die Relation:

(U.) $$\sum_\alpha^{n-1} (e_{\varkappa\alpha} a_{\alpha\beta} - e_{\beta\alpha} a_{\alpha\varkappa}) = 0. \qquad \varkappa = 0, 1, \ldots, n-1$$

welche wir bereits in voriger Nummer Gleichung (11.) unmittelbar aus den Gleichungen (P.), (P'.) hergeleitet haben.

Nach Gleichung (C.) ist

$$Z = w_{n-1} y^{(n-1)} + w_{n-2} y^{(n-2)} + \ldots + w_0 y. \tag{5.}$$

Die Differentiation nach x unter Benutzung der Gleichungen (T.) und der Gleichung

$$P(y) = 0 \tag{6.}$$

ergiebt, wie es sein muss,

$$\frac{\partial Z}{\partial x} = 0. \tag{7.}$$

Differentiiren wir die Gleichung (5.) nach t, und wenden hierbei die Gleichung (4.) Nr. 2, ferner die Gleichungen (T'.) und (6.) an, so ergiebt sich auch

$$\frac{\partial Z}{\partial t} = 0. \tag{7^a.}$$

Ausgegeben am 24. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

24. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Landolt las über die Vorgänge bei einigen langsam verlaufenden chemischen Reactionen.

Es wurde die Ursache der Verzögerung der Reactionen zwischen 1. Chloralhydrat und Natriumcarbonat, 2. Jodsäure und schwefliger Säure, 3. Natriumthiosulfat und Chlorwasserstoffsäure erörtert.

Die Akademie hat den Professor der Anatomie an der Universität Edinburgh Sir William Turner zum correspondirenden Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Über die Entstehung der Spitzenentladung.

Von E. Warburg.

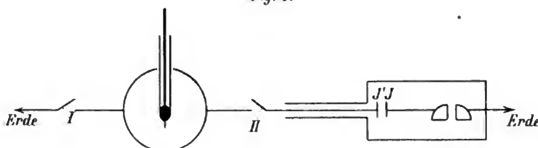
(Vorgetragen am 20. Januar [s. oben S. 43].)

§ 1. Eine Spitze werde einer Metalloberfläche gegenübergestellt, welche über ein Galvanometer zur Erde abgeleitet ist. Hält man alsdann die Spitze auf einem Potential, welches einen gewissen Werth überschreitet, so zeigt das Galvanometer einen constanten Strom an, welcher die Luft zwischen Spitze und Metalloberfläche durchsetzt. Es hat sich also unter dem Einfluss der elektrischen Kräfte die Luft aus einem Isolator in einen Leiter von bestimmtem Leitungsvermögen verwandelt, sei es nur in der Nähe der Spitze, sei es in dem ganzen Zwischenraum zwischen Spitze und Metalloberfläche.

Ich habe mir die Frage vorgelegt, ob dieses Leitungsvermögen einige Tausendstel Secunden nach dem Anlegen des Potentials an die Spitze bereits seinen vollen Betrag erreicht hat.

§ 2. Zur Entscheidung dieser Frage benutzte ich folgende Versuchsanordnung. Die Spitze (Fig. 1) befindet sich in einer fast ge-

Fig. 1.



schlossenen metallenen Hohlkugel, von welcher eine Leitung über eine Unterbrechungsstelle *I* zur Erde, eine andere über eine Unterbrechungsstelle *II* zu einem Elektrometer führt. Zur Zeit Null wird bei geschlossenen Unterbrechungsstellen das Potential V an die Spitze angelegt, zur Zeit t wird *I*, zur Zeit $t + \Theta$ wird *II* geöffnet. Die Ladung, welche das Elektrometer anzeigt, rührt, da beim Anlegen des

Potentials an die Spitze I geschlossen war, nicht von Influenz der auf Spitze und Zuleitung hingeflossenen Ladung her, sondern ist gleich der Elektricitätsmenge e_m, welche in der Zeit Θ aus der Spitze durch Leitung ausgetreten ist, mag dabei diese Elektricitätsmenge die Kugel erreicht haben oder sich noch in der Luft befinden.

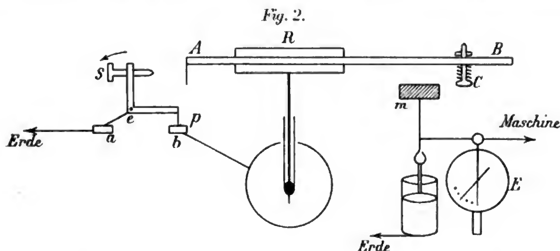
Nachdem die Unterbrechungsstellen I und II wieder geschlossen sind, wird das Potential V an die Spitze dauernd angelegt, darauf wieder I und Θ sc. später II geöffnet. Die Ladung, welche das Elektrometer jetzt anzeigt, ist die Elektricitätsmenge e_c, welche beim constanten Strom in der Zeit Θ aus der Spitze durch Leitung ausgetreten ist. Die Vergleichung von e_m mit e_c entscheidet die gestellte Frage.

§ 3. Die Spitze stellte ich in folgender Weise her. Ein 0^{mm}.25 dicker Platindraht wurde in ein Glasrohr eingeschmolzen, etwa 2^{cm} von der Einschmelzstelle in der Gebläselampe zum Glühen erhitzt und dann durchgerissen. Dabei bildet sich, wie die mikroskopische Betrachtung zeigt, eine regelmässig konisch geformte Spitze. In das Glasrohr wurde etwas Quecksilber gegossen, ein in dasselbe tauchender Kupferdraht vermittelte die Zuleitung zur Spitze.

§ 4. Als Kugel gebrauchte ich einen akustischen Resonator von 18^{cm} Durchmesser, die kleine Öffnung desselben wurde metallisch verschlossen, die grössere von 4^{cm} Durchmesser so weit metallisch gedeckt, dass das Glasrohr noch eben hindurchging. Die kürzeste Entfernung zwischen der Spitze und der Kugelwand betrug 5^{cm}.

§ 5. Die Anordnung einer der Unterbrechungsstellen I und II zeigt Fig. 2. a und b sind zwei auf Ebonit montirte Metallstücke,

Fig. 2.



zwischen welchen ein um e drehbarer, bei p mit Platincontacten versehener Hebel leitende Verbindung herstellt. Diese wird aufgehoben, indem der Hebel im Sinne des Pfeils zurückgeschlagen wird. Die Zeit,

zu welcher dies durch einen Anschlag bewerkstelligt wird, kann durch die Schraube *S* regulirt werden.

Zwei derartige Unterbrechungsstellen *I* und *II* sind, von möglichst geschlossenen, zur Erde abgeleiteten Metallhüllen umgeben, auf der Seite *A* des Schiessbolzens in dem Apparat angeordnet, welcher in diesen Berichten früher beschrieben und abgebildet wurde[1]. Der Bolzen war auf seiner Hinterseite *A* in einer Ebene senkrecht zu seiner Richtung mit zwei Flügeln aus Ebonit versehen, durch welche die Hebel *I* und *II* nach einander zurückgeschlagen wurden.

§ 6. Als Elektricitätsquelle diente eine Voss'sche Elektrisirmaschine, welche im Nebenzimmer durch einen Elektromotor betrieben wurde. Die eine Elektrode war zur Erde abgeleitet, die andere führte zu einer Leidener Batterie, welche mit einem Braun'schen Elektrometer verbunden war (Fig. 2). Mit der Leidener Batterie war ausserdem eine in der Figur nicht gezeichnete Metallplatte verbunden, gegen welche eine zur Erde abgeleitete feine Metallspitze mikrometrisch verstellt werden konnte. Durch diesen Spitzennebenschluss wurde das am Braun-schen Elektrometer *E* abgelesene Potential auf den gewünschten Werth gebracht.

§ 7. Sollte bei constantem Strom beobachtet werden, so war die Batterie direct mit der in die Kugel eintauchenden Spitze verbunden. Der Bolzen wurde ausgelöst, sofort die Batterie entladen und das Elektrometer abgelesen.

Sollte kurz nach Anlegen des Potentials beobachtet werden, so war (Fig. 2) die Leidener Batterie mit dem Metallstück *m*, die Spitze mit der Messingröhre *R* verbunden, welche selbst mit dem Bolzen in metallischer Verbindung stand. Wenn nach Auslösung des Bolzens das Contactstück *C* auf *m* trat, so war das Potential an die Spitze angelegt (Zeitpunkt Null). Zur Zeit t wurde *I*, zur Zeit $t + \Theta$ *II* geöffnet. Das Metallstück *m* erhielt dabei eine solche Länge (4^{cm}), dass es von dem Contactstück *C* erst nach Öffnen von *II* verlassen wurde. Ferner war es auf einer mit Millimetertheilung versehenen Schiene mit starker Reibung verschiebbar, so dass die Zeit t in reproducirbarer Weise regulirt werden konnte. Der Bolzen wurde vor Beendigung seines Weges durch einen Anschlag zur Erde entladen.

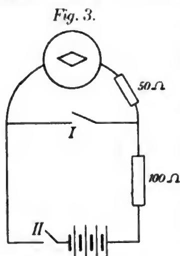
§ 8. Als elektrometrische Vorrichtung zur Messung des Potentials, welches in der Zeit Θ durch die Ladungen e_e und e_m auf der Kugel hervorgebracht wurde und welches bei den Versuchen 150 Volt nie über-

[1] Diese Berichte 1896. S. 225.

traf, benutzte ich, wie Precht[1], ein Thomson'sches Quadrantelektrometer, dessen Nadel die normale Ladung erhielt, dessen eines Quadrantenpaar zur Erde abgeleitet und dessen anderes durch Influenz geladen wurde. Dazu war dasselbe (Fig. 1) mit einer Metallplatte *J* verbunden, welcher in passender Entfernung eine zweite, mit dem einen Contactstück der Unterbrechungsstelle *II* verbundene Metallplatte *J'* gegenüberstand. Der Zuleitungsdraht vom Elektrometer zur Contactstelle war in ein von ihm isolirtes, zur Erde abgeleitetes Messingrohr eingeschlossen; auch das Elektrometer mit den beiden Metallplatten befand sich in einem zur Erde abgeleiteten Metallkasten. Unter diesen Umständen erwies sich die Methode, deren Empfindlichkeit in weiten Grenzen verändert werden konnte, zweckentsprechend[2].

§ 9. Die Zeitmessungen endlich führte ich nach der Pouillet'schen Methode aus. Zur Bestimmung von Θ wurde (Fig. 3) aus einer Batterie von vier Accumulatoren, einem Widerstand von 100 Ω und einem Galvanometer mit wenigen dickdrähtigen Windungen (Widerstand < 0.16 Ω) ein Schliessungskreis gebildet, welcher die Unterbrechungsstelle *II* enthielt; die Unterbrechungsstelle *I* bildete einen Kurzschluss für die Galvanometerleitung, welche noch einen Widerstand von 50–200 Ω enthielt. Man schliesst *I*, dann *II* und löst den Bolzen aus. Dann geht der Batteriestrom während der Zeit Θ durch das Galvanometer. Aus dem erhaltenen Ausschlag, der Schwingungsdauer und dem Dämpfungsverhältniss des Galvanometers, endlich aus der Ablenkung, welche ein bekannter Theil der angewandten elektromotorischen Kraft im Galvanometer hervorbringt, kann Θ berechnet werden.

Fig. 3.



Um *t* zu finden, ordnete ich neben dem Metallstück *m* eine dritte Unterbrechungsstelle *III* an, welche von dem Bolzen durch einen an *C* befestigten Stift geöffnet wurde. Die Zeit, zu welcher dies geschah, konnte durch eine Schraube regulirt werden. Das Zeitintervall *t* ist nun mit Schärfe deshalb nicht bestimmbar, weil, ehe das Contactstück *C* auf *m* auftrifft, ein Funken zwischen *C* und *m* überspringt. Die Unterbrechungsstelle wurde daher so regulirt, dass sie ein wenig bevor *C*

[1] J. Precht, Wied. Ann. 49. 152. 1893.

[2] Der Zuleitungsdraht bildete mit dem umhüllenden und von ihm an verschiedenen Stellen durch Schellack isolirten Messingrohr einen Condensator, welcher nicht frei von Rückstand war. Das Elektrometer wurde deshalb stets zu derselben Zeit nach der Ladung abgelesen.

auf m traf geöffnet wurde. Übrigens ist die hieraus hervorgehende Unsicherheit nicht grösser als 0.002 sc. Die Bestimmung des Intervalles zwischen den Zeitpunkten, zu welchen *III* und *I* geöffnet wurde, geschah in der beschriebenen Weise. Selbstverständlich wird durch die Unsicherheit in der Bestimmung von t die Schärfe in der Vergleichung von e_m und e_e nicht beeinträchtigt.

§ 10. Um die Sicherheit des Contacts zwischen m und C zu prüfen, ersetzte ich die Leidener Batterie durch eine kleine 68 gliederige Accumulatorenbatterie, deren einer Pol z über einen Jodcadmiumwiderstand zur Erde abgeleitet, deren anderer Pol k über m nicht mit der Spitze, sondern mit der Kugel verbunden werden konnte. Die Ladung der Kugel erfolgte also nicht durch die Spitze, welche ganz ausser Spiel blieb, sondern direct durch die Batterie.

Es wurde nun erstens der Pol k dauernd an die Kugel angelegt (Fall 1). Solange *I* geschlossen ist, sind beide Batteriepole zur Erde abgeleitet. Wird alsdann durch den Bolzen *I* geöffnet, so lädt sich die Kugel sofort zum Potential der Batterie, welches durch das Θ sc. später abgetrennte Elektrometer angegeben wird.

Zweitens wurde in der § 7 beschriebenen Weise der Pol k durch den Bolzen, also erst kurz vor Öffnen von *I*, an die Kugel angelegt (Fall 2). Functionirte der Contact zwischen C und m sicher, so musste derselbe Elektrometerausschlag wie im vorigen Fall erhalten werden.

Es zeigte sich nun, dass dies nicht zutraf, wenn die Zeit t zu kurz war, d. h. wenn das Contactstück C vor Öffnen von *I* einen zu kurzen Weg auf dem Metallstück m zurückgelegt hatte.

So ergab sich im Fall 1 die normale Elektrometerladung gleich 94.5 Scalentheilen.

Betrug im Fall 2 der genannte Weg 4^{mm}, so wurde gar keine Elektrometerladung erhalten. Betrug der Weg 5^{mm}, so war die Ladung wechselnd, sie belief sich z. B. in 10 auf einander folgenden Versuchen bez. auf 94; 0: 73.3: 93.8: 92.2: 87.5; 34.3: 0: 0: 93.2.

Betrug endlich der Weg 7^{mm}, so wurde stets die richtige Ladung erhalten. Sie ergab sich z. B. in 5 auf einander folgenden Versuchen gleich 95: 96: 95.3: 95: 95.

Die Zeiten t betrugen in den 3 genannten Fällen 0.0050: 0.0057; 0.0071 sc.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass die Zeit t ohne Gefährdung des sicheren Contacts nicht kürzer als 0.007 sc. gemacht werden durfte.

Woher die Unsicherheit des Contacts bei kürzeren Zeiten rührt, ob von einem Springen des Bolzens oder von anderen Umständen, habe ich nicht ermittelt.

§ 11. Die folgende Tabelle enthält die Ergebnisse einer mit sicherem Contact angestellten Versuchsreihe.

$t = 0.00705$ sc. $\Theta = 0.0035$ sc.

V	e_c	e_m	$\frac{e_m}{e_c}$	$\frac{e_{c,+}}{e_{c,-}}$	$\frac{i_+}{i_-}$	$i \cdot 10^6 A$
−8400	103.8	104.6	1.01			6.58
+8400	64.1	64.6	1.01	0.66	0.62	4.09
−4800	55.7	55.5	1.00			1.38
+4800	31.7	31.4	0.99	0.57	0.56	0.77

Zu der Tabelle ist Folgendes zu bemerken:

1. V ist das Spitzenpotential in Volt. Wurde es bei positiver Ladung unter 3100 Volt erniedrigt, so hörte der Strom auf (Röntgen's[1] Minimumpotential); für negative Ladung war dieser Grenzwerth weniger genau bestimmbar, lag aber jedenfalls dem für positive Ladung erhaltenen nahe.

2. Unter e_c und e_m sind die betreffenden Elektrometerablenkungen gegeben, Mittel aus mehreren Versuchen, welche um einige Procente von einander abwichen. Diese Ablenkungen sind den Werthen von e_c und e_m proportional. Die Werthe von e_c zeigen, dass, wie bekannt, bei gleichem absoluten Werth des Spitzenpotentials die Stromstärke für positive Ladung kleiner als für negative ist. Die 5. Columne gibt das Verhältniss der Stromstärken in den beiden Fällen hergeleitet aus den Werthen von e_c, die 6. Columne dasselbe Verhältniss hergeleitet aus Versuchen mit dem Galvanometer. Beide Verhältnisse stimmen ziemlich gut überein.

3. In der Tabelle entsprechen die auf $V = \pm 4800$ Volt bezüglichen Werthe von e grösserer Elektrometer-Empfindlichkeit, als die auf ± 8400 bezüglichen, sind daher mit diesen nicht vergleichbar. Die durch das Galvanometer bestimmten Stromstärken in Ampère sind für die verschiedenen Fälle in der 7. Columne verzeichnet.

4. Endlich geht aus der 4. Columne das Hauptresultat hervor, dass 0.007 sc. nach Anlegen des Potentials an die Spitze die Stromstärke bereits ihren definitiven Werth erreicht hat[2].

§ 12. An dieses Resultat knüpfe ich folgende Bemerkungen:

1. Verzögerungserscheinungen, wie sie bei der Funkenentladung zwischen Kugeln beobachtet werden, haben sich bei der Spitzenent-

---

[1] W. C. Röntgen, Gött. Nachr. 1878. Siehe auch Precht a. a. O.

[2] Versuche unter einer Glocke, innerhalb deren die Luft von atmosphaerischem Staub befreit werden konnte, zeigten, dass dieser auf das Resultat ohne Einfluss ist. — Zeiten t kleiner als 0.007 sc. entzogen sich aus den § 10 erörterten Gründen der Beobachtung; wenn bei zu kleinem t $e_m < e_c$ gefunden wurde, so konnte jedesmal nach der Methode des § 10 Unsicherheit des Contacts nachgewiesen werden.

ladung nicht gezeigt; denn die Ladungen, welche 0.007 sc. nach Anlegen des Potentials an die Spitze in einigen Tausendsteln der Secunde beobachtet werden, ergeben sich bei mehrmaliger Wiederholung desselben Versuchs innerhalb der Beobachtungsfehler constant.

2. Die Luft hat bei der Spitzenentladung schon 0.007 sc. nach Anlegen des Potentials das dem constanten Strom entsprechende Leitungsvermögen erlangt.

3. Es fragt sich, ob die Luft unter dem Einfluss der elektrischen Kräfte nur in der Nähe der Spitze oder bis an die umgebende Metalloberfläche hinan leitend wird. Im ersten Fall würde ein Leitungsstrom nur bis zu der Entfernung von der Spitze fliessen, bis zu welcher die Luft leitend geworden ist; von dort würde die Elektricität durch Convection (den elektrischen Wind) an die Metalloberfläche befördert werden. Im zweiten Fall würde der Leitungsstrom bis an die Metalloberfläche reichen, und der elektrische Wind wäre eine secundäre Erscheinung. Die mitgetheilten Versuche lassen diese Frage unentschieden (vergl. § 2), scheinen aber nach der zweiten Auffassung leichter verständlich zu sein.

Ausgegeben am 31. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.

XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Waldeyer las: Beiträge zur Anatomie der männlichen Harnröhre. (Ersch. später.)

Der zunächst dem Orificium urethrae internum gelegene Abschnitt der Harnröhre muss als »Pars intramuralis« besonders unterschieden werden. Die Pars membranacea ist in eine Pars membranacea und praetrigonalis zu trennen. Bezüglich des Verlaufes sind drei Typen der Harnröhre aufzustellen. Die Veränderungen in Form und Verlauf der Urethra während des foetalen und kindlichen Lebens werden besprochen.

2. Hr. Schulze legte eine Mittheilung des Assistenten am Zoologischen Institut hierselbst Hrn. Dr. R. Heymons vor: »Zur Entwickelungsgeschichte der Chilopoden«.

Die Keimblätter sondern sich bei *Scolopendra cingulata* L. durch multipolare Einwanderung des Entoderms und Mesoderms. Die Dotterzellen repräsentiren einen Theil des Entoderms. Der Körper besteht aus einem primären Kopflappen, einem Telson und aus 30 Segmenten. Das Vorderhirn bildet sich durch Vereinigung mehrerer praeoraler Ganglien mit den Ganglien des ersten Körpersegments. Das Genitalorgan wird paarig angelegt und stellt einen abgegliederten Theil des Coeloms dar. Die Anhangsdrüsen des Geschlechtsapparats sind ektodermal.

Zur Entwickelungsgeschichte der Chilopoden.

Von Dr. Richard Heymons,
Assistent am Zoologischen Institut in Berlin.

(Vorgelegt von Hrn. Schulze.)

Seit der im Jahre 1883 erschienenen Abhandlung von Sograff[1] sind Arbeiten über die Entstehung der Keimblätter und die Bildung der Organe bei den Chilopoden nicht veröffentlicht worden. Nach einer Untersuchung der Entwickelungsgeschichte von *Scolopendra cingulata* L. kann ich über diesen Gegenstand die folgenden Angaben machen, welche gleichzeitig eine Ergänzung und Fortführung der vor einiger Zeit von mir veröffentlichten »Mittheilungen über die Segmentirung und den Körperbau der Myriopoden«[2] bilden. Eine zusammenhängende Bearbeitung der Myriopodenentwickelung werde ich in einer ausführlichen Arbeit geben.

1. Keimblätter.

Für die Entwickelung von *Scolopendra* ist eine verhältnissmässig späte Differenzirung der Embryonalschichten charakteristisch. Die verschiedenen Zellenlagen sind eher räumlich von einander getrennt, als sie sich histologisch durch ihr Aussehen unterscheiden lassen.

Die Furchung des Eies ist keine totale, sondern es bleibt bei derselben im Centrum eine ungefurchte Dottermasse zurück, in welcher Furchungskerne vorhanden sind. Ein anderer Theil von Furchungszellen wandert zwischen den Dotterpyramiden zur Oberfläche und bildet zunächst isolirte Blastoderminseln, welche schliesslich zu einem zusammenhängenden Blastoderm sich vereinigen. Diess wurde bereits ähnlich von Sograff beschrieben. Die Dotterzellen gehen theils aus denjenigen Zellen hervor, welche bei der Furchung im Dotter zurückbleiben, theils aus Elementen, die sich nachträglich vom Blastoderm ablösen, um darauf in die oberflächlichen Partien des Nahrungsdotters einzudringen.

[1] Materialien zur Kenntniss der Embryonalentwickelung von *Geophilus ferrugineus* und *G. proximus*. (Russisch.) Moskau 1883.

[2] Diese Berichte 1897.

Es ist nicht möglich, von der Bildung der Dotterzellen diejenige der Entodermzellen zu unterscheiden. Auch das Entoderm geht aus Zellen hervor, welche gleichzeitig mit der Entstehung der Dotterzellen oder unmittelbar darauf vom Blastoderm sich ablösen. Es dürfte diess darauf hindeuten, dass Dotterzellen und Entoderm bei *Scolopendra* morphologisch zusammengehören und die ersteren nur als ein Theil des letztern zu betrachten sind. Da die Abtrennung der Entodermzellen an der ganzen Oberfläche des Eies stattfindet, so ist man berechtigt, hier von einer Entodermbildung durch multipolare Einwanderung zu sprechen. Eine »Gastrularinne« existirt demnach nicht.

Die Entodermzellen ordnen sich schliesslich in Form eines einschichtigen Epithels an und liefern die innere Auskleidung des Mitteldarmes. Die Dotterzellen besitzen dagegen nur eine provisorische Bedeutung und gehen gegen Ende des Embryonallebens sämmtlich zu Grunde.

Die bei *Scolopendra* unverkennbare Zusammengehörigkeit zwischen Dotterzellen und Entodermzellen ist deswegen von Interesse, weil sie im Einklang mit den neueren Befunden über die Keimblätter der Insecten steht. Bei den letzteren sind ebenfalls die Dotterzellen als Entoderm aufzufassen, bei den apterygogenen Insecten können dieselben noch das Mitteldarmepithel bilden[1], während sie bei den meisten pterygogenen Insecten nur noch während des Embryonallebens fungiren und später durch Ektodermwucherungen physiologisch ersetzt werden.

In directem Anschluss an die Entodermbildung und auf ähnliche Weise wie diese spielt sich bei *Scolopendra* auch die Anlage des Mesoderms ab. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass das letztere hauptsächlich auf die Lateraltheile des Keimstreifens sowie auf seine beiden Enden beschränkt bleibt. Rinnenbildungen, wie sie bei vielen Insecten vorkommen, waren bei der Mesodermentwickelung von *Scolopendra* nicht nachweisbar. Eine deutliche Sonderung zwischen Entoderm- und Mesodermzellen ist anfangs nicht vorhanden.

2. Körperbau.

Der Körper wird bei *Scolopendra* zusammengesetzt aus I. einem primären Kopfstück (Kopflappen), II. einem primären Analstück (Telson). III. aus den dazwischen befindlichen Metameren. Die letzteren sind 1. Antennulasegment (Praeantennalsegment), 2. Antennensegment, 3. Intercalarsegment, 4. Mandibelsegment, 5.–6. vorderes und hinteres Maxillensegment, 7. Maxillipedsegment, 8.–28. 21 Rumpfsegmente, 29.–30.

[1] R. Heymons, Über die Bildung und den Bau des Darmkanals bei niederen Insecten. Sitzungsber. Ges. nat. Freunde. Berlin, Nr. 7, 1897.

die beiden primären Genitalsegmente. Mund und After sind möglicherweise als primär intersegmentale Einstülpungen hinter bez. vor I. und II. aufzufassen.

Sieht man von den modificirten vordersten und hintersten Segmenten ab, so besteht ein typisches Körpersegment bekanntlich aus den folgenden Theilen: 1. aus einem Sternit, 2. aus den beiden Extremitäten, 3. aus einem Tergit, 4. aus den zwischen letzterm und dem Sternit vorhandenen Pleuren. Es ist von Wichtigkeit, dass bei *Scolopendra* Tergite und Sternite primär dreitheilig sind, indem sie je aus 2 lateralen Anlagen und einer Strecke der medianen Dorsal- bez. Ventralhaut (einem Derivat des Blastoderms) hervorgehen. Eine entsprechende Zusammensetzung hatte ich früher auch für die Sternite mancher Insecten festgestellt[1]. Die Pleuren leiten sich bei *Scolopendra* von den Tergitanlagen ab.

Die typischen Rumpfbeine sind nicht, wie bisher angegeben wurde, 7gliederig, sondern 8gliederig. Es erklärt sich diess dadurch, dass man das letzte (8.) Glied als »Klaue« aufgefasst hat. Da es sich aber bei jugendlichen Individuen deutlich zeigt, dass es sich hierbei um ein echtes Glied handelt, welches erst an seiner Spitze klauenförmig gestaltet ist, so kann an der primären Achtgliederigkeit der Scolopenderbeine kein Zweifel sein.

In der Deutung der Mundgliedmaassen kann ich mich der herrschenden Ansicht[2] nicht ganz anschliessen. Der »Stamm« und die »Aussenlade« der ersten Maxillen stellen meiner Ansicht nach zusammen die gegliederte Extremität (Stamm) dar, während die »Innenladen« in morphologischer Hinsicht Sternocoxalstücke (Verwachsungsproducte von Sternum und Coxa) repraesentiren. Entsprechend verhält es sich mit den hinteren Maxillen, bei denen ich einen 5gliederigen Extremitätenstamm unterscheide, dagegen die »verwachsenen Stämme« als Sternocoxalfortsätze deute. Hinsichtlich der Mandibeln hat sich die Vermuthung von Latzel insofern bestätigt, als die Zahnplatten aus 5 anfänglich getrennten Zähnen hervorgehen.

Bezüglich der Jugendstadien (Fetus im Sinne Latzel's), welche bei *Scolopendra cingulata* bisher unbekannt waren, kann ich folgendes mittheilen. Die Thierchen besitzen in diesen Stadien eine Länge von etwa 15^{mm}. Mit Ausnahme der pigmentirten Augen, einiger geblich erscheinender Chitinverdickungen (Zähne der Mandibeln, Spitzen des Labrum, Rand des Telson) sind sie von weisslicher Farbe, welche von dem durch die farblose Cuticula hindurchschimmernden Körpergewebe

[1] R. Heymons, Die Segmentirung des Insectenkörpers. Abhandl. Akad. Wiss. Berlin 1895.

[2] R. Latzel, Die Myriopoden der Österreich.-ungar. Monarchie. Wien 1884.

herrührt. Der Mitteldarm ist noch mit Dotter gefüllt. Die jungen Thiere sind zu dieser Zeit schon fähig sich selbständig zu bewegen, entfernen sich aber nicht von der Mutter und gehen, sofern sie gewaltsam von letzterer getrennt werden, meist schon nach einigen Tagen zu Grunde. Die Antennen bestehen aus 17 Gliedern; die Dornen der Endbeine (Analbeine), die Nebenklauen an den hinteren Maxillen und Beinen, sowie die Dornen an den Rumpfbeinen fehlen in dem bezeichneten Stadium, sie erscheinen erst bei der nächstfolgenden Häutung.

3. Ektodermale Organe.

In jedem Metamer kommt es zur Bildung eines Paares von Einstülpungen oder Gangliengruben, von denen aus die Bildung der Ganglienzellen vor sich geht. Jede Gangliengrube liefert die eine Hälfte eines Bauchganglions. Auch der Mittelstrang wird paarig und zwar durch Delamination angelegt, in der ihm entsprechenden Region des ventralen Ektoderms kommt es hierbei zu einer Trennung in neurogene und dermatogene Elemente.

Im 29. und 30. Segmente entstehen ebenfalls zwei Ganglien, welche mit einander zu dem letzten kleinen Ganglion der Bauchkette verschmelzen.

Die Seitennerven des Bauchmarkes werden durch Auswachsen der Ganglienanlagen gebildet. Äusseres und inneres Neurilemm des Bauchmarkes werden gleichzeitig mit den Ganglien vom Ektoderm angelegt.

Das Vorderhirn (Protocerebrum in dem gebräuchlichen Sinne[1]) setzt sich aus den folgenden Bestandtheilen zusammen: 1. dem Archicerebrum, welches durch Delamination im Clypeus angelegt wird; 2. zwei Ganglienpaaren, die im primären Kopfstück auftreten und aus den auch für die Rumpfsegmente typischen Gangliengruben hervorgehen. Das eine Paar (den medialen Hirngruben entstammend) betheiligt sich an der Bildung der dorsalen Hirnrinde, das andere Paar (aus den lateralen Hirngruben hervorgegangen) stellt den Übergang zu den Lobi optici her; 3. den hauptsächlich durch Delamination (nicht in Gangliengruben) sich anlegenden Ganglia optica; 4. einem Paar von Ganglienanlagen, welches dem ersten Metamer (Antennulasegment) zugehört und die Verbindung zwischen Protocerebrum und Deuterocerebrum vermittelt.

Im Anschluss an die Ganglia optica wuchert eine Zellenmasse in's Innere, welche den Nervus Tömösvary und eine von letzterm innervirte Gewebspartie liefert.

[1] G. Saint Remy. Contribution à l'étude du cerveau chez les Arthropodes trachéates. Archives Zool. expér. Paris 1887.

Die Ganglienanlagen des Antennulasegmentes werden zu den Hälften des »Deuterocerebrum«, diejenigen des Intercalarsegmentes zu denen des »Tritocerebrum«. Die beiden letzteren verwachsen aber mit dem medialen Ganglion frontale, wodurch der Pons zu Stande kommt.

Im Gegensatz zu dem primären Kopfstück werden im Telson keine Ganglien angelegt.

Das Schlundnervensystem entwickelt sich vom Vorderdarm aus. Der dorsale (Herz-) Nerv bildet sich selbständig von der medianen Rückenhaut.

Die von Herbst[1] beschriebenen Kopfdrüsen bez. Speicheldrüsen sind sämmtlich ektodermaler Natur. Vergleiche zwischen ihnen und Nephridien können somit nicht als zulässig betrachtet werden.

4. Mesodermale Organe.

Diejenigen (isolirten) Mesodermzellen, welche sich medial zwischen den Seitenhälften des Keimstreifens und ausserhalb desselben zwischen Ektoderm und Entoderm vorfinden, werden zu Blutzellen. Hierbei muss ich allerdings noch die Frage offen lassen, ob diess für sämmtliche dieser Zellen zutrifft.

Abgesehen vom primären Kopfstück und Analstück, gehen in allen Körpersegmenten aus dem Mesoderm Coelomsäckchen hervor, deren Gesammtzahl sich somit auf 30 Paar beläuft. An einem typischen Mesodermsäckchen kann man später drei Abschnitte unterscheiden: 1. einen mittlern, unter bez. in der Extremität gelegenen, 2. einen medioventralen unter der paarigen Sternitanlage, 3. einen laterodorsalen unter der paarigen Tergitanlage. Im erstgenannten Abschnitt geht das Coelom zuerst zu Grunde. Die beiden anderen Theile rücken nach der ventralen bez. dorsalen Medianlinie hin, bis sie sich daselbst berühren.

Diejenigen Mesodermzellen, welche sich an der Spitze der medioventralen und laterodorsalen Ursegmentabschnitte befinden, fungiren als Vasoblasten (Cardioblasten). Indem diese Zellen in der ventralen und in der dorsalen Medianlinie an einander stossen, veranlassen sie die Bildung des Bauchgefässes (Supraneuralgefässes), sowie des Herzens und der Aorta.

Die Seitenarterien von Rücken- und Bauchgefäss entstehen intersegmental aus den Vasoblasten der Dissepimente. Die Höhlungen der Blutgefässe sind als Schizocoelbildungen (abgegrenzte Theile der definitiven Leibeshöhle) zu betrachten.

Die Darmmuskelschicht wird von den visceralen Ursegmentwänden abgespalten, deren Reste zur Peritonealhaut werden. Die Bildung des

[1] Beiträge zur Kenntniss der Chilopoden. Bibliotheca Zoologica. Heft 9. 1891.

Fettkörpers, der Pericardialzellen, des Pericardialseptums, der Flügelmuskeln und transversalen Bauchmuskeln, sowie der übrigen Körpermuskeln übergehe ich hier; sie verhält sich sehr ähnlich wie bei den Orthopteren.

In den vorderen Körpersegmenten entwickelt sich aus dem Mesoderm noch ein lymphoides Gewebe, welches zum Theil dem Suboesophagealkörper der Insecten homolog ist.

5. Genitalorgane.

Die Geschlechtszellen differenziren sich bei Scolopendra verhältnissmässig spät und sind zuerst in den visceralen Wänden der laterodorsalen Ursegmentabschnitte nachweisbar. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, dass die Genitalzellen in letzter Instanz auf diejenigen Zellen zurückzuführen sind, welche bei der Bildung des Mesoderms am hintersten Ende des Keimstreifens sich vom Ektoderm abgelöst haben und nach vorn gewandert sind.

Wenn bei der Bildung des Herzens die laterodorsalen Ursegmenttheile in der Medianlinie zusammentreten, so bleibt in der an das Herz angrenzenden Partie derselben das Coelom erhalten, oder es wird dort nur vorübergehend auf einen schmalen Spalt reducirt, während es in allen übrigen Theilen gleichzeitig mit der Entwickelung des Fettkörpers und der Musculatur vollständig wieder verschwindet. Unterhalb des Herzens kommen auf diese Weise zwei neben einander liegende, sehr enge, gekammerte Röhren zu Stande, in deren Wandungen die Genitalzellen eingeschlossen sind. Diese Röhren verschmelzen hierauf zu einer unpaaren, continuirlichen Genitalröhre. Das Lumen der letzteren ist somit als ein Derivat des Coeloms zu betrachten.

Abweichend liegen die Verhältnisse am hintern Körperende in den beiden primären Genitalsegmenten (29. und 30. Segment). Die Coelomsäckchen dehnen sich daselbst sehr stark aus und umgreifen den Darm, so dass sie oberhalb des letztern unter Bildung eines dorsalen Mesenteriums (ähnlich wie bei Anneliden) an einander stossen, während sie ventral jederseits ein Divertikel zur Hypodermis entsenden. Die Ursegmentdivertikel, welche sich an den Ansatzstellen der Gliedmaassenanlagen vorfinden, entsprechen den sogenannten Terminalampullen der Insecten, sie sind in Vierzahl vorhanden und vertheilen sich auf zwei auf einander folgende Segmente, ein Verhalten, welches für die Insecten noch nicht constatirt worden ist.

Die Coelomsäckchen des vordern und hintern Genitalsegmentes treten hierauf mit einander in Verbindung. Im vorderen Genitalsegment wird das dorsale Mesenterium aufgelöst, und es entsteht ferner eine

Communication mit der oberhalb des Darmkanals befindlichen Genitalröhre. Diese letztere mündet sodann in einen umfangreichen Genitalsinus, der aus den Coelomsäcken der beiden Genitalsegmente hervorgegangen ist und den Darm umgreift.

Im weitern Entwickelungsverlauf gestaltet sich der paarige Genitalsinus zu dem unpaaren Geschlechtsgange um, und zwar geschieht diess auf folgende Weise. Zunächst werden bei dem weitern Wachsthum die Hälften des Genitalsinus verhältnissmässig enger und erlangen eine röhrenförmige Gestalt, in sie schmelzen auch die vorderen Ampullen ein, welche ihre Verbindung mit der Hypodermis aufgeben. Die hinteren Ampullen treten dagegen in der Medianlinie an einander und gewinnen dort Zusammenhang mit einer unpaaren Ektodermeinstülpung, die intersegmental hinter dem zweiten Genitalsegment entstanden ist (Anlage des Endabschnittes der Leitungswege).

Hierauf bildet sich eine Asymmetrie aus. Das hintere Ende der Genitalröhre bleibt nicht oberhalb des Darmes liegen, sondern neigt sich an seiner rechten Seite zur Ventralseite hinab. Bei dieser Lageveränderung wird natürlich der Genitalsinus sehr erheblich in Mitleidenschaft gezogen. Die rechte Hälfte bleibt kurz und verhältnissmässig weit und stellt als Ausführungsgang die unmittelbare Verlängerung der Genitaldrüse dar, die linke Hälfte dagegen, welche mit der Genitalröhre ebenfalls zusammenhängt, wird von dieser dorsalwärts über den Darm hinübergezogen und bildet dann einen Querkanal, der in Form eines Bogens den Darm überbrückt. Hiermit ist im wesentlichen der definitive Zustand bereits erreicht.

Beim Männchen dient der erwähnte Querbogen als Vesicula seminalis, beim Weibchen, wo er sehr viel enger bleibt, scheint er den früheren Beobachtern gänzlich entgangen zu sein. Wenigstens wird er von Fabre[1], welcher die Anatomie der Genitalorgane von *Scolopendra* am eingehendsten beschrieben hat, nicht erwähnt.

Bei Geophiliden sind wie beim Scolopender zwischen dem letzten beintragenden Segment und dem Telson zwei (Genital-) Segmente vorhanden. Ich gelange hiermit in Widerspruch mit den bisherigen Angaben und namentlich mit den Ergebnissen von Verhoeff[2], der die hinteren Körpersegmente der Chilopoden ebenfalls einer Untersuchung unterzogen hat, aber nur das Vorhandensein eines (Genital-) Segmentes angibt. Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass sich bei einer genauen Untersuchung (Berücksichtigung der Nervenknoten u.s.w.) auch beim

[1] J. H. Fabre. Recherches sur l'anatomie des organes reproducteurs et sur le développement des Myriapodes. Paris 1855.

[2] C. Verhoeff. Zur Kenntniss der Analpleurendrüsen bei Scolopendriden. Berl. Entomol. Zeitschrift Bd. 37. 1892.

ausgebildeten Thiere der wahre Sachverhalt noch ohne Schwierigkeit erkennen lässt.

Ich stelle zum Schluss meine Befunde über die Genitalorgane zusammen:

1. Die unpaare Genitaldrüse und ihr unpaarer (mesodermaler) Ausführgang werden paarig angelegt.

2. Beim ausgebildeten Scolopender ist in beiden Geschlechtern noch ein dorsaler Bogen am Ausführgange erkennbar, welcher dem linken der beiden primären Geschlechtsgänge entspricht.

3. Die Genitalhöhle und die Höhle des (mesodermalen) Ausführganges gehen aus dem Coelom hervor.

4. Wie bei den Insecten, ist bei den Chilopoden noch ein unpaarer ektodermaler Endabschnitt vorhanden, als dessen Derivate auch die (beiden) paarigen Anhangsdrüsen zu betrachten sind.

5. Bei den *Chilopoda (epimorpha)* besteht die Genitalregion nicht aus einem, sondern aus zwei Segmenten.

Ausgegeben am 7. April.

1898.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*Hr. Koser las: Über den preussisch-englischen Subsidien-Vertrag vom 11. April 1758 und die Sendung des Sir Joseph Yorke in das preussische Hauptquartier.

Die im Public Record Office zu London aufbewahrten Berichte von Yorke aus dem April, Mai und Juni 1758 über seine Unterredungen mit dem Könige von Preussen ergänzen die im 16. und 17. Bande der »Politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen« vereinigten Zeugnisse über die Beziehungen zwischen Preussen und England. Auf Grund des so vervollständigten Materials werden die Gründe, welche den König die Annahme englischer Hülfsgelder so lange als möglich hinausschieben liessen, in ihrem Zusammenhang mit dem Feldzugsplan für 1758 und mit den Gesichtspunkten des Königs für einen Friedensschluss erörtert.

Ausgegeben am 7. April.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
XX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

14. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Schulze las: Über Amerikanische Hexactinelliden.

Er legte seine Bearbeitung der Amerikanischen Hexactinelliden (welche grösstentheils von der Albatross-Expedition herrühren) mit 19 Quarttafeln und mehreren Tabellen vor. Von den ausführlich beschriebenen 37 Arten dieser Collection sind 24 neu. Die untersuchten Arten vertheilen sich auf 22 Gattungen, von welchen 6 neu sind.

Der Umstand, dass in den jungen Brutknospen von ***Rhabdocalyptus mirabilis*** F. E. Sch., einer echten Lyssacine, ein regelmässig entwickeltes Diktyonalgerüst gefunden wurde, macht die bisher angenommene, von dem Vortragenden jedoch schon früher bemängelte systematische Haupteintheilung der Hexactinelliden in ***Lyssacina*** und ***Dictyonina*** unmöglich. Statt dessen wird die Trennung in die beiden Hauptgruppen der ***Amphidiscophora*** und ***Hexasterophora*** empfohlen und besonders die Selbstständigkeit der ersteren hervorgehoben, welche sich durch den Besitz der eigenthümlichen Amphidisken, den absoluten Mangel jeglicher fester Nadelverbindung und manche andere Besonderheiten vor allen übrigen Hexactinelliden auszeichnen.

In Übereinstimmung mit früheren Erfahrungen hat sich in Meerestiefen von 500—1500^{m} der grösste Reichthum an Arten und Individuen gezeigt; dagegen wurden im Gegensatze zu der bisherigen Annahme auch einige dieser typischen Tiefseethiere oberhalb 100^{m} (in den geringen Tiefen von 50—90^{m}) gefunden.

Kann man auch nicht von einer specifisch-amerikanischen Hexactinelliden-Fauna reden, so weisen doch gewisse Meeresgebiete in der Nähe Amerikas recht charakteristische Züge auf. Der Unterschied zwischen der atlantischen und pacifischen Seite des langen Continentes ist so bedeutend, dass sich unter den überhaupt bekannten amerikanischen Arten nur zwei an beiden Seiten gefunden haben. Während vor der pacifischen Nordwestküste Amerikas vorzüglich Rosselliden, und zwar speciell die vor der atlantischen Ostküste ganz fehlenden Acanthascinen in Menge vorkommen, sind vor der atlantischen Ostküste Nordamerikas in der gemässigten Zone fast nur Asconematiden erbeutet. Die westindischen Gewässer sind durch Reichthum an Dictyoninen, durch Armuth an Asconematiden und durch fast vollständigen Mangel der Rosselliden ausgezeichnet.

2. Hr. Erman legte den Bericht des Hrn. Dr. Borchardt in Kairo über die Corrosion des Sandsteinmaterials der Tempelbauten auf Philae vor. (Ersch. später.)

* erscheint nicht in den akademischen Schriften

Hr. Borchardt weist nach, dass die Zerstörung der aegyptischen Bauwerke eine Folge des Salzes ist, das sie aus der sie umgebenden Erde der Städteruinen aufnehmen. Diese Zerstörung erfolgt indessen nur, wenn die Bauwerke auch der Feuchtigkeit ausgesetzt sind.

3. Hr. van't Hoff legt vor den Report of the Committee of the Royal Society of London. International Catalogue of Scientific Literature.

Die philosophisch-historische Classe hat Hrn. Prof. Dr. Gelzer in Jena zur Herausgabe der Notitiae episcopatuum 1000 Mark und Hrn. Dr. Paul Brönnle in Berlin zu arabischen Studien im British Museum zu London 2000 Mark bewilligt.

Ausgegeben am 28. April.

1898.

XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

21. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

Hr. Vahlen las: 'Hermeneutische Bemerkungen zu Aristoteles' Poetik'. Fortsetzung.

Hermeneutische Bemerkungen zu Aristoteles' Poetik.

Von J. Vahlen.

(Fortsetzung [s. Sitzungsber. 3. Juni 1897]).

6. Aristoteles über Anagnorisis.

Der Erkennung oder Wiedererkennung (*ἀναγνώρισις*), deren grosse Bedeutung für die Entwickelung einer dramatischen Handlung Aristoteles in dem Bisherigen zu wiederholten Malen berührt und besprochen hat (cc. 6. 11. 14), widmet er in dem 16. Cap. eine besondere Erörterung in der Art, dass er die Mittel und Weisen eine Erkennung im Drama herbeizuführen der Reihe nach aufzählt, indem er von den äusserlichsten zu immer vollkommneren Formen aufsteigt und sie alle mit Beispielen belegt und nach ihrem Werthe abschätzt. Er hebt also an mit der am häufigsten angewendeten aber an dem Massstab der Kunst gemessen am wenigsten befriedigenden Erkennung, die durch Wahrzeichen vermittelt wird (*σημεῖα*), seien es angeborene, wie ein Muttermal, oder anerworbene, wie eine Narbe, oder noch äusserlicher, ein Halsband, in deren Verwendung aber auch noch mancherlei Unterschiede bestehen. An sie reihen sich, als eine zweite Gruppe, die Erkennungen, die Aristoteles *πεποιημέναι ὑπὸ τοῦ ποιητοῦ* nennt, d. h. die aus Äusserungen hervorgehen, die der Dichter unabhängig vom Gange des Drama einer Person zum Zweck ihrer Kenntlichmachung in den Mund legt. Ein Beispiel dafür entnimmt er der Taurischen Iphigenie des Euripides und ein zweites der verlorenen Tragödie Tereus des Sophokles.

> *δεύτεραι δὲ αἱ πεποιημέναι ὑπὸ τοῦ ποιητοῦ, διὸ ἄτεχνοι· οἷον Ὀρέστης ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης· ἐκείνη μὲν γὰρ διὰ τῆς ἐπιστολῆς, ἐκεῖνος δὲ αὐτὸς λέγει ἃ βούλεται ὁ ποιητής, ἀλλ' οὐχ ὁ μῦθος· διὸ ἐγγύς τι τῆς εἰρημένης ἁμαρτίας ἐστίν· ἐξῆν γὰρ ἂν ἔνια καὶ ἐνεγκεῖν. καὶ ἐν τῷ Σοφοκλέους Τηρεῖ ἡ τῆς κερκίδος φωνή.*

Von Sophokles' Tereus rede ich nicht. Aber die Iphigenie, auf die Aristoteles sich oft und gern beruft (c. 11 u. 14), bietet eine doppelte Er-

kennung dar, indem jede der beiden in Beziehung zu einander gesetzten Personen einer besondern Erkennung bedarf, wie Aristoteles schon c. 11 bemerkt hat, dass bisweilen *ἀμφοτέρους δεῖ ἀναγνωρίσαι, οἷον ἡ μὲν Ἰφιγένεια τῷ Ὀρέστῃ ἀνεγνωρίσθη ἐκ τῆς πέμψεως τῆς ἐπιστολῆς, ἐκείνῳ δὲ πρὸς τὴν Ἰφιγένειαν ἄλλης ἔδει ἀναγνωρίσεως*, und wie er hier von Neuem mit schärferer Betonung des Unterschiedes hervorhebt. Iphigenie nämlich, da sie hört, die beiden Gefangenen, die sie zum Opfertode zu weihen hat, seien von Argos, hegt den lebhaften Wunsch, durch den Einen derselben einen Brief nach Argos an ihren Bruder Orestes zu entsenden, und giebt sich durch diese Mittheilung als die zu erkennen, die sie ist (582 ff. 769 ff. 790 ff.). Orestes aber, um seine Eröffnung, dass er ihr Bruder sei, zu erhärten, bedarf besonderer Bewährungsmittel, *τεκμήρια*, wie sie verlangt (808) und er ihr giebt (822). So führt er an, was er von seiner Schwester Elektra gehört (811 ff.) oder was er selbst in seines Vaters Haus gesehen hat (822 ff), Erinnerungen an Thatsachen, die, weil sie der Iphigenie bekannt sein müssen, nicht verfehlen, in ihr die Überzeugung zu wecken, dass er wirklich ihr Bruder Orestes sei.

Beide Erkennungen sind, dramatisch angesehen, von sehr verschiedenem Werth. Die Erkennung der Iphigenie, die aus dem Briefauftrag sich ergiebt, rechnet Aristoteles zu den bessten Formen der Erkennung: *πασῶν δὲ βελτίστη ἀναγνώρισις ἡ ἐξ αὐτῶν τῶν πραγμάτων τῆς ἐκπλήξεως γιγνομένης δι' εἰκότων, οἷον ἐν τῷ Σοφοκλέους Οἰδίποδι καὶ τῇ Ἰφιγενείᾳ· εἰκὸς γὰρ βούλεσθαι ἐπιθεῖναι γράμματα*. Denn dass Iphigenie den Wunsch hat und äussert durch einen der Argiver, die der Zufall in ihre Hände gespielt, einen Brief in die Heimath zu senden, ist ein natürliches Ergebniss ihrer Lage und der dargebotenen Gelegenheit, führt aber ohne ihre Absicht und zu ihrer und ihrer Mitunterredner Überraschung (*ἐκπεπληγμένος* sagt Orestes 795) ihre Erkennung herbei. Die andere Erkennung, bei der die gemachte Aussage hinterher durch Wahrzeichen bekräftigt werden muss, ist wenig verschieden von der ersten unkünstlerischen Weise eine Erkennung auf äussere Zeichen (*σημεῖα*) zu gründen; denn, sagt Aristoteles, statt der Erinnerungen, auf die er sich beruft, hätte Orestes Einiges an seinem Leibe tragen und jetzt als Beweismittel vorzeigen können; denn auch diese Anführungen selbst, deren er sich bedient, fliessen nicht mit innerer Nothwendigkeit aus der Bewegung der Handlung, sondern hätten ebenso gut und gern durch andere ersetzt sein können. Kein Wunder daher, dass Aristoteles diese vom Dichter erfundenen Erkennungen (*ἀναγνωρίσεις πεποιημέναι ὑπὸ τοῦ ποιητοῦ*) unkünstlerisch (*ἄτεχνοι*) nennt: dies darum, weil Orestes vorbringt, was dem Dichter beliebt, nicht was die Composition verlangt (*ἃ βούλεται ὁ ποιητής, ἀλλ' οὐχ ὁ μῦθος*).

Blicken wir nun auf die Worte zurück, die diese Betrachtungen veranlasst haben, so leuchtet unschwer ein, dass *ἀνεγνώρισεν* in dem gewöhnlichen Sinne genommen, in welchem das Wort in diesen Erörterungen der Poetik wiederholt erscheint (c. 14), eine unmögliche Gedankenform ergiebt, und in diesem Sinne auch dem folgenden, an demselben Verbum hängenden Satz sich nicht bequemt: 'Orestes in der Iphigenie erkannte, dass er Orestes: denn jene erkannte durch die Briefsendung'. Es lag nur zu nahe, die Activform *ἀνεγνώρισεν*, die sich doppelt störend erweist, durch die entsprechende Passivform *ἀνεγνωρίσθη*, dem Aristoteles in diesen Betrachtungen nicht minder geläufig (c. 11. 16), zu ersetzen, und man gewann zugleich, was dem zweiten Satze dienlich war. Allein diese von Spengel empfohlene Schreibung, indem sie über das schwerste Bedenken hinweghilft, lässt doch unberührt oder schafft erst ein zweites Bedenken, das auch die Beseitigung des ersten in Zweifel stellt. Denn die Worte *Ὀρέστης ἀνεγνωρίσθη ὅτι Ὀρέστης* enthalten in dem entbehrlichen Zusatz *ὅτι Ὀρέστης* eine Schwerfälligkeit des Ausdrucks, die, auch überliefert, kaum erträglich gefunden würde, durch conjecturale Berichtigung eingeführt, der Berichtigung die Glaubwürdigkeit entzieht[1].

Einen andern Weg schlug Hr. Diels ein, der aus den Worten *ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης*, in ihrem einfachen und gewöhnlichen Sinne genommen, folgerte, dass sie nicht *Ὀρέστης*, sondern *Ἰφιγένεια* zum Subjecte hätten, und leicht ist einzusehen, wie gut sie unter dieser Voraussetzung sich verbinden: 'sie erkannte, dass es Orestes sei'. Er nahm daher an, dass *Ὀρέστης* an erster Stelle ein irrthümlicher Zusatz sei, Aristoteles nur geschrieben habe *οἷον [Ὀρέστης] ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης· ἐκείνη μὲν γὰρ διὰ τῆς ἐπιστολῆς*, indem aus der Titelangabe *ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ* dieser Name als Subject zu *ἀνεγνώρισεν* verstanden werde. Eine Bestätigung dieser Vermuthung glaubte er später in der Arabischen Übersetzung der Poetik gefunden zu haben, die wirklich *Ἰφιγένεια* zum Subject der Worte *ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης* macht und *Ὀρέστης* an erster Stelle nicht gehabt zu haben scheint. Diesen Annahmen des Hrn. Diels hat unlängst Hr. Gomperz sich angeschlossen. Ich versuche deutlich zu machen, warum ich sie mir nicht aneignen kann. Dabei ist es mir hier, wie immer, peinlich von der Arabischen Übersetzung zu reden, deren Benutzung für den Sprachunkundigen immer etwas vom Tappen im Nebel behält. Dass aber der Übersetzer die Worte *ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης* von der im Titel genannten *Ἰφιγένεια* verstand, ist nicht sehr zu verwundern, denn

[1] Was Herodot schreibt *ὀφθεὶς καὶ γνωρισθεὶς ὃς εἴη* ist verschieden, und damit eher zu vergleichen *Ὀδυσσεὺς οὐκ ἐδήλωσεν ὃς ἦν* in einem Schol. z. Od. und in der Poetik *δηλώσας ὃς ἦν*.

das legte der einfache Wortverstand nahe, zumal wenn Ὀρέστης nicht stand. Wenn er aber Ὀρέστης an seiner Stelle nicht las, so muss er doch an dieser Stelle ein griechisches Wort gehabt haben, das ihm die Wiedergabe 'Seite' *latus* ermöglichte. Denn so übersetzt Hr. Margoliouth S. 61 *exemplum latus est quod vocatur Iphigenia; ibi enim collegit Iphigenia esse Orestem, ea quidem epistola missa ad eum* usw. und im Wesentlichen übereinstimmend Hr. Sachau in der für mich gemachten deutschen Übersetzung 'wie die Seite der Iphigeneia, und das wodurch Iphigeneia erkannte, dass er Orestes: denn jene durch den Brief an jenen' usw. Was diesen Umstand zu erläutern Hr. Margoliouth beibringt, scheint mir nicht befriedigend, und doch, meine ich, müsste ein Kenner des Arabischen und Syrischen sagen können, welches griechische Wort oder welcher Schein eines griechischen Wortes es gewesen, der dem Araber die Wiedergabe 'Seite' in den Sinn geben können, und dann erst liesse sich über die griechische Vorlage der Übersetzung urtheilen.

Doch wie dem sei: die Entscheidung, bin ich überzeugt, wird nicht von der Arabischen Übersetzung kommen. In den griechischen Worten aber, wie sie Hr. Diels hergestellt hat, οἷον ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης nehme ich Anstoss nicht sowohl daran, dass aus dem Titel ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ das Subject Ἰφιγένεια ergänzt werden muss (s. m. Comment. zu 16. 1454*b* 31), obwohl Aristoteles, wenn er diesen Gedanken hatte, einfacher ohne Titelangabe, die er auch sonst zu sparen pflegt (s. 11. 1452*b* 5), schreiben konnte, οἷον Ἰφιγένεια ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης, wohl aber an der Fassung des zweiten Satzes, in dem man nun doch nicht ἀνεγνώρισεν 'erkannte', sondern, was nicht ohne Schwierigkeit war, ἀνεγνωρίσθη (s. 11. 1452*b* 6) ergänzen müsste. Und würde man nicht, wenn Ἰφιγένεια Subject des ersten Satzes war, im zweiten αὐτὴ γὰρ und nicht ἐκείνη γὰρ erwarten? Hauptsächlich aber drängt sich mir die Erwägung auf, zur Erklärung der hier in Frage stehenden Erkennung aus πεποιημένα σημεῖα komme es so sehr und so vornehmlich auf das Verfahren des Orestes an, womit *er* sich der Iphigenie zu erkennen giebt und zu bewähren sucht, wie ja dies auch Aristoteles nachher erläutert ἐκεῖνος δὲ αὐτὸς λέγει ἃ βούλεται ὁ ποιητής (vgl. 11. 1452*b* 7), dass schwer zu glauben ist, das an die Spitze des Satzes gestellte Ὀρέστης sei durch Zufall oder Willkür an diese Stelle gerathen und sei nicht vielmehr das sichere Indicium dafür, dass von ihm vor allem das Erforderliche ausgesagt war. Wie also das an ἀνεγνώρισεν geheftete Bedenken sich erledigen mag, die Beseitigung von Ὀρέστης beeinträchtigt meines Erachtens die beabsichtigte Gedankenform, die, sieht man von ἀνεγνώρισεν ab, besser nicht hätte sein können, als sie uns in der Überlieferung vorliegt: οἷον

Ὀρέστης ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ (ἀνεγνώρισεν) ὅτι Ὀρέστης· ἐκείνη μὲν γὰρ διὰ τῆς ἐπιστολῆς, ἐκεῖνος δὲ αὐτὸς λέγει ἃ βούλεται ὁ ποιητής.

So komme ich zurück auf die früher von mir verfochtene Annahme, dass ἀνεγνώρισεν an dieser Stelle nicht die geläufige Bedeutung 'er erkannte', sondern einen factitiven Sinn habe 'er gab zu erkennen'. Unter dieser Voraussetzung entfällt erstlich der Anstoss an ὅτι Ὀρέστης, das nun nicht als ein schwerfälliger Zusatz empfunden wird, sondern sich um so zweckmässiger erweist, als es zugleich möglichem Missverständniss vorzubeugen geeignet ist: 'wie Orestes in der Iphigenie zu erkennen gab, dass er Orestes sei'. Wie angemessen dies war, wird leicht nachempfinden, wem der Hergang in Euripides' Tragödie anschaulich vor Augen steht. Überdies gewinnt der zweite Satz an dem Verbum ἀνεγνώρισεν mit *dieser* Bedeutung den erwünschten Halt und Abschluss: ἐκείνη μὲν γὰρ [ἀνεγνώρισεν] διὰ τῆς ἐπιστολῆς: 'denn jene führte Erkennung herbei durch den Briefauftrag'. Dazu die zierliche Anordnung des Ganzen, die mit dem Allgemeinen beginnt, οἷον Ὀρέστης ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης, dem die beiden gegensätzlichen Glieder ἐκείνη μὲν γὰρ —, ἐκεῖνος δὲ — untergeordnet werden: alles vollkommen der Absicht entsprechend, die im Grunde nur auf die durch Orestes herbeigeführte Erkennung seiner Person geht, der aber die andere, nur um den Unterschied zu verdeutlichen, an die Seite gestellt wird. Kurz, wir haben, wie mir immer vorkommt, ein organisches Gebilde, in welchem die Gedankenbewegung des Schriftstellers sich abprägt, und dem an Rundung und Geschlossenheit keine der aus Berichtigung hervorgegangenen Gestaltungen die Wage hält. Und bei dieser Sachlage sollten wir Bedenken hegen, eine Bedeutung anzunehmen, die von der Klarheit des Gedankens gefordert, dem unbefangenen Leser von selbst sich aufdrängt? Wir dürften es nicht, bin ich des Glaubens, auch wenn diese Stelle die einzige ihrer Art wäre.

Auf die Erkennung des Orestes kommt Aristoteles im 17. Cap. in anderem Zusammenhang und zu anderem Zweck zurück; er giebt dem Dichter Anweisung, den dramatischen Stoff, den er zur Bearbeitung gewählt oder erfunden, vorab in seiner nackten Allgemeinheit zu skizzieren, dann erst durch Benennung der Personen zu individualisieren und durch episodische Ausführungen zu erbreiten. Das angedeutete Verfahren erläutert das Beispiel der Iphigenienfabel.

> τούς τε λόγους καὶ τοὺς πεποιημένους δεῖ καὶ αὐτὸν ποιοῦντα ἐκτίθεσθαι καθόλου, εἶθ' οὕτως ἐπεισοδιοῦν καὶ περιτείνειν. λέγω δὲ οὕτως ἂν θεωρεῖσθαι τὸ καθόλου, οἷον τῆς Ἰφιγενείας· τυθείσης τινὸς κόρης καὶ ἀφανισθείσης ἀδήλως τοῖς θύσασιν, ἱδρυνθείσης δὲ εἰς ἄλλην χώραν, ἐν ᾗ νόμος ἦν τοὺς ξένους θύειν τῇ θεῷ, ταύτην ἔσχε τὴν ἱερωσύνην· χρόνῳ δὲ ὕστερον τῷ ἀδελφῷ συν-

ἔβη ἐλθεῖν τῆς ἱερείας (τὸ δὲ ὅτι ἀνεῖλεν ὁ θεὸς διά τινα αἰτίαν ἔξω τοῦ καθόλου ἐλθεῖν ἐκεῖ καὶ ἐφ' ὅ τι δὲ ἔξω τοῦ μύθου)· ἐλθὼν δὲ καὶ ληφθεὶς θύεσθαι μέλλων ἀνεγνώρισεν, εἴθ' ὡς Εὐριπίδης εἴθ' ὡς Πολύειδος ἐποίησεν, κατὰ τὸ εἰκὸς εἰπὼν ὅτι οὐκ ἄρα μόνον τὴν ἀδελφὴν ἀλλὰ καὶ αὐτὸν ἔδει τυθῆναι. καὶ ἐντεῦθεν ἡ σωτηρία κτλ.

Es ist im Wesentlichen ein knapper Abriss der Euripideischen Tragödie Ἰφιγένεια ἡ ἐν Ταύροις. Nur die Art, wie die Erkennung des Orestes erfolgt, giebt Anlass eine andre Iphigenientragödie von einem andern Dichter zur Vergleichung heranzuziehen. Was wir über diesen Dichter, den Sophisten Polyidus, und seine Tragödie Ἰφιγένεια (wie sie ja wohl hiess) wissen, geht einzig auf Aristoteles zurück, der hier und im 16. Cap. den Dichter erwähnt, beidemal mit ein und derselben Scene seiner Iphigenie. Im 16. Cap. diente sie unter andern Beispielen zur Erläuterung der vierten Art von Erkennung, die Aristoteles als die ἐκ συλλογισμοῦ bezeichnet, d. h. bei der eine aus der Situation gezogene Schlussfolgerung oder Überlegung, ausgesprochen, die Erkennung der sprechenden Person bewirkt: τετάρτη δὲ ἡ ἐκ συλλογισμοῦ, οἷον ἐν Χοηφόροις ... καὶ ἡ Πολυείδου τοῦ σοφιστοῦ περὶ τῆς Ἰφιγενείας· εἰκὸς γὰρ τὸν Ὀρέστην συλλογίσασθαι ὅτι ἥ τ' ἀδελφὴ ἐτύθη καὶ αὐτῷ συμβαίνει θύεσθαι. Orestes, sieht man hier, veranlasst seine Erkennung durch die unwillkürlich, in dem Augenblick, da er selbst den Opfertod erleiden soll, ihm eingegebene Erinnerung an den Opfertod seiner Schwester. Man darf daher nicht zweifeln, dass auch an der uns hier beschäftigenden Stelle nur gedacht ist an die Art und Weise, wie sich die Erkennung des Orestes vollzieht, wie dies hier auch der Wortlaut verlangt, nach zwei Seiten: denn ληφθεὶς θύεσθαι μέλλων ἀνεγνώρισεν kann nicht heissen 'gefangen und im Begriff geopfert zu werden erkannte er (seine Schwester), sondern nur 'ward er erkannt', 'gab sich zu erkennen'; und anderseits ἀνεγνώρισεν κατὰ τὸ εἰκὸς εἰπὼν ὅτι οὐκ ἄρα μόνον τὴν ἀδελφὴν ἀλλὰ καὶ αὐτὸν ἔδει τυθῆναι hat nicht den Sinn 'er erkannte (seine Schwester), indem er in die Worte ausbrach, dass also auch er wie seine Schwester geopfert werden solle', sondern nur 'er ward erkannt, gab sich zu erkennen, auf Anlass der gesprochenen Worte'. Und so wie hier beidemal der Zusammenhang über den Sinn von ἀνεγνώρισεν entscheidet, so fügt sich demselben Gedanken auch das in die Mitte gestellte ὡς Εὐριπίδης ἐποίησεν, wozu die nähere Angabe dem 16. Cap. zu entnehmen war, und wir gewinnen festen Zusammenschluss für den ganzen Gedankenausdruck: 'gefangen und im Begriff geopfert zu werden ward er erkannt (gab sich zu erkennen) sei es wie Euripides gedichtet hat (dass er nämlich durch Merkmale, die er anführte, seine Erkennung veranlasste

und bekräftigte) oder wie Polyidus, indem er in die Worte ausbrach, dass also auch er, wie seine Schwester, den Opfertod erleiden müsse'.

Ich bemühe mich, vielleicht vergeblich, aber nicht ohne Grund (denn man hat entgegengesetzt geurtheilt) darzuthun, dass *ἀνεγνώρισεν* in dem aufgewiesenen Zusammenhang den gewöhnlichen Sinn 'er erkannte' (mit selbstverständlicher, aber doch nicht eben leichter Ergänzung[1] von *ἀδελφήν*) nicht haben könne, wohl aber leuchtet ein, dass nach einem ältern Vorschlag[2], den Hr. Gomperz von Neuem empfohlen hat, die Passivform *ἀνεγνωρίσθη* an Stelle von *ἀνεγνώρισεν* dem Gedanken nicht entgegen gewesen wäre. Aber wie sollten wir uns zu dieser Abänderung verstehen, nachdem die zuerst besprochene Stelle ein *ἀνεγνώρισεν* mit factitiver Bedeutung aufgewiesen, das auch der hiesigen vollkommen Genüge thut. Denn wenn es früher hiess *ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης* 'er gab bekannt, dass er Orestes sei', so war doch in dem sich anschliessenden Satz ein einfaches *ἀνεγνώρισεν* zu denken, *ἐκείνη μὲν γὰρ* [*ἀνεγνώρισε*] *διὰ τῆς ἐπιστολῆς* 'sie bewirkte Erkennung durch die Sendung des Briefes', und ist die Bedeutung beidemal dieselbe: *ἀνεγνώρισεν* d. i. *ἀναγνώρισιν ἐποίησεν*. Ja da es auf das Thun des Orestes, durch das er seine Erkennung verursachte, ankam, darf man vielleicht sogar sagen, dass *ἀνεγνώρισεν* in dem angegebenen Sinne diesem Zwecke dienlicher war als ein passives *ἀνεγνωρίσθη*. Doch wie man darüber urtheilt, das erachte ich als ein unverbrüchliches Gebot methodischer Hermeneutik, dass nicht nach Belieben hier so und dort anders entschieden werde, sondern dass dem gleichartigen Anstoss mit gleichartiger Erklärung zu begegnen sei. Und wenn auch, wie mir scheint, die erste Stelle in sich genügenden Beweis für die angenommene Auffassung von *ἀνεγνώρισεν* enthält, zwei Stellen derselben Art werden auch die Ungläubigen leichter bewegen.

In derselben Betrachtung des 17. Cap. bemerkt Aristoteles, dass die *ἐπεισόδια*, durch welche die in den allgemeinsten Zügen skizzierte Fabel erbreitet werden müsse, im Drama und in der epischen Dichtung verschiedenen Umfangs seien, im Drama kurz und knapp (*σύντομα*), im Epos von grosser Ausdehnung, und zeigt an der Odyssee, dass ihr wesentlicher Inhalt gering von Umfang sei, während die Dehnung durch *ἐπεισόδια* herbeigeführt werde.

---

[1] Die Stellen im 14. Cap. *ἡ Μερόπη μέλλει τὸν υἱὸν ἀποκτείνειν, ἀποκτείνει δὲ οὔ ἀλλ' ἀνεγνώρισεν — — ἐν τῇ Ἕλλῃ ὁ υἱὸς τὴν μητέρα ἐκδιδόναι μέλλων ἀνεγνώρισεν* sind verschieden und lassen das Object zu *ἀνεγνώρισεν* unschwer erkennen: und ebenso das in der Mitte stehende *καὶ ἐν τῇ Ἰφιγενείᾳ ἡ ἀδελφὴ τὸν ἀδελφόν*, das so zu ergänzen *μέλλει ἀποκτείνειν, ἀποκτείνει δὲ οὔ ἀλλ' ἀνεγνώρισεν*.

[2] Zur Kritik Ar. Schriften. (Wien) 1861 S. 23. vergl. ebend. auch S. 14 fg. Beiträge zu Ar. Poetik. II (Wien) 1866 S. 85: u. im Comment. z. St.

ἐν μὲν οὖν τοῖς δράμασι τὰ ἐπεισόδια σύντομα· ἡ δ' ἐποποιία τούτοις μηκύνεται· τῆς γὰρ Ὀδυσσείας ⟨οὐ⟩ μακρὸς ὁ λόγος ἐστίν· ἀποδημοῦντός τινος ἔτη πολλὰ καὶ παραφυλαττομένου ὑπὸ τοῦ Ποσειδῶνος καὶ μόνου ὄντος, ἔτι δὲ τῶν οἴκοι οὕτως ἐχόντων ὥστε τὰ χρήματα ὑπὸ μνηστήρων ἀναλίσκεσθαι καὶ τὸν υἱὸν ἐπιβουλεύεσθαι, αὐτὸς δὲ ἀφικνεῖται χειμασθείς, καὶ ἀναγνωρίσας τινὰς αὐτὸς ἐπιθέμενος αὐτὸς μὲν ἐσώθη, τοὺς δ' ἐχθροὺς διέφθειρεν. τὸ μὲν οὖν ἴδιον τοῦτο, τὰ δ' ἄλλα ἐπεισόδια.

In der kurzen Inhaltsangabe der Odyssee, die in den Formen der *ἔκθεσις καθόλου* der Iphigenie gehalten ist (daher *τινός, τινάς* statt der Namen) heftet sich unsre Aufmerksamkeit vor allem auf die Worte *ἀναγνωρίσας τινάς*, und wir fragen, was sie bedeuten, ob nach dem gewöhnlichen Wortverstande 'nachdem er Einige erkannt (wiedererkannt) hatte' oder nach Analogie der factitiven Bedeutung, die sich bereits zweimal bewährt hat, 'nachdem er Einige zu seiner Erkennung (Wiedererkennung) gebracht, geführt hat'. Um diese Frage nicht nach Willkür sondern auf festem Grunde zu beantworten, ist von dem Theile der Odyssee auszugehen, den Aristoteles namentlich in den Schlussworten seines *λόγος*, von *αὐτὸς δὲ ἀφικνεῖται* an, vor Augen gehabt hat. Wer diese letzten Worte genauer prüft, wird nicht verkennen, dass gedacht ist an den 21. Gesang der Odyssee, die *τόξου θέσις*, d. h. die Probe mit dem Bogen des Odysseus. Nachdem schon einige Freier vergeblich den Bogen zu spannen versucht haben, verlassen (V. 188) Eumaeus und Philoetius, der Schweine- und der Rinderhirt, den Freiersaal, hinter ihnen drein der noch unerkannte Odysseus, der, nachdem sie weit genug sich entfernt haben, die Frage an sie richtet, wenn Odysseus plötzlich heimkehrte, ob sie *ihm* dann lieber als den Freiern Beistand leisten würden (V. 195).

ποῖοί κ' εἶτ' Ὀδυσῆι ἀμυνέμεν, εἴ ποθεν ἔλθοι
ὧδε μάλ' ἐξαπίνης καί τις θεὸς αὐτὸν ἐνείκαι.
ἦ κε μνηστήρεσσιν ἀμύνοιτ', ἦ Ὀδυσῆι;

Beide versichern ihre Treue gegen den ersehnten Herrn, dem sie, käme er zurück, wie sie wünschen, mit allen Kräften beistehen würden (V. 200–204).

Ζεῦ πάτερ, εἰ γὰρ τοῦτο τελευτήσειας ἐέλδωρ,
ὡς ἔλθοι μὲν κεῖνος ἀνήρ, ἀγάγοι δέ ἑ δαίμων·
γνοίης χ' οἵη ἐμὴ δύναμις καὶ χεῖρες ἕπονται.

Auf diese Versicherung erklärt ihnen Odysseus, dass er selbst es sei, der nach vielem Leid spät im zwanzigsten Jahre in seine Heimath zurückgekommen (V. 205–208).

αὐτὰρ ἐπεὶ δὴ τῶν γε νόον νημερτέ' ἀνέγνω,
ἐξαῦτίς σφ' ἐπέεσσιν ἀμειβόμενος προσέειπεν·
'ἔνδον μὲν δὴ ὅδ' αὐτὸς ἐγώ, κακὰ πολλὰ μογήσας,
ἤλυθον εἰκοστῷ ἔτεϊ ἐς πατρίδα γαῖαν.
γιγνώσκω δ', ὡς σφῶιν ἐελδομένοισιν ἱκάνω'.

Und nachdem er ihnen Versprechungen gemacht, für den Fall, dass es gelänge die Freier zu bezwingen (213–216), und ihnen zu seiner Bewährung als untrügliches Kennzeichen (217 σῆμα ἀριφραδές) die Narbe gezeigt von der einst auf dem Parnass durch einen Eber empfangenen Wunde (217–220), giebt er ihnen die nöthigen Anweisungen für den bevorstehenden Angriff auf die Freier (V. 230–241). Es wäre verfehlt, dünkt mich, wollte man Aristoteles' Ausdruck ἀναγνωρίσας τινάς darauf beziehen, dass Odysseus die Gesinnung der beiden Hirten erprobt und erkennt, wie es V. 205 hiess ἐπεὶ δὴ τῶν γε νόον νημερτέ' ἀνέγνω. Denn ἀναγνωρίσας τινάς geht auf Erkennung von Personen (ἀναγνώρισις ist τινῶν ἀναγνώρισις c. 11), die vorher unbekannt waren. Nun kennt zwar Odysseus den Eumaeus und Philoetius, die unter Aristoteles' τινάς sich verbergen, aber sie wissen nicht, dass der fremde Gast Odysseus selbst ist. Dies aber müssen sie erfahren, damit Odysseus getrost die Vorbereitungen zu dem beabsichtigten Angriff auf die Freier treffen kann. Und in solchem Zusammenhang stehen auch in Aristoteles' λόγος die Worte ἀναγνωρίσας τινὰς αὐτὸς ἐπιθέμενος. Man darf daher nicht zweifeln, dass die Worte ἀναγνωρίσας τινάς den Hinweis enthalten auf die Scene der Odyssee, in welcher Odysseus selbst von freien Stücken den Hirten offenbart, wer er sei, und diese seine Erklärung überdies durch die Vorweisung der Narbe bekräftigt. Dies ist um so zuversichtlicher anzunehmen, als Aristoteles selbst c. 16 diese von Odysseus herbeigeführte und durch die Narbe unterstützte Wiedererkennung erwähnt und mit der Art vergleicht, wie (Od. 19, 392–474) die Amme Eurykleia beim Bade an derselben Narbe aber unverhofft und unwillkürlich ihren Herrn erkannt hat: denn, sagt er, das was überraschend eintritt, ist besser als was hinterher zum Zweck der Bewährung geschieht: ἔστιν δὲ καὶ τούτοις (σημείοις) χρῆσθαι ἢ βέλτιον ἢ χεῖρον, οἷον Ὀδυσσεὺς διὰ τῆς οὐλῆς ἄλλως ἀνεγνωρίσθη ὑπὸ τῆς τροφοῦ καὶ ἄλλως ὑπὸ τῶν συβοτῶν· εἰσὶ γὰρ αἱ μὲν πίστεως ἕνεκα ἀτεχνότεραι, αἱ δὲ ἐκ περιπετείας, ὥσπερ ἡ ἐν τοῖς Νίπτροις, βελτίους.

Eumaeus und Philoetius also, halten wir fest, sind es, deren Erkennung des Odysseus Aristoteles in den Worten ἀναγνωρίσας τινάς bezeichnet (denn die Erkennung des Telemachus, dem Odysseus sich gleichfalls selbst offenbart, liegt weiter ab, Od. 16, 188, und es ist nicht nothwendig und nicht räthlich ihn in dem unbestimmten Pro-

nomen mit einzuschliessen) und wir verstehen demnach nicht 'nachdem er Einige erkannt' sondern 'nachdem er Einige zu seiner Erkennung gebracht hat', wie er es durch seine Erklärung und das vorgezeigte σημεῖον thut. Auch hier ist, meine ich, das sachliche Verständniss so gesichert und so zwingend, dass der sprachliche Ausdruck kein Bedenken einflössen sollte, zumal zwei Stellen uns ein factitives ἀναγνωρίσαι aufgewiesen haben. Und wenn auch der hiesige Ausdruck in der Beifügung eines Personalaccusativs (τινάς) noch etwas Besonderes darbietet, bei so klarer Absicht und so hellem Verständniss müsste man auch dieses Besondere ohne Bedenken hinnehmen, auch wenn es allein stünde. Doch was mir 1866 und noch 1885 fehlte[1], hat sich mir seit langem dargeboten in einer Stelle des Diodor, der nach Herakles von Theseus zu erzählen anfängt und berichtet, dass er von der Aethra, des Pittheus Tochter und Poseidon geboren, in Troezen bei seinem Grossvater erzogen, nachdem er die nach der Sage von Aegeus unter einem Stein verborgenen Erkennungszeichen (σύμβολα) an sich genommen, sich aufgemacht nach Athen, unterwegs am Meer entlang ziehend die bekannten Abenteuer mit Sinis, Skiron usw. bestanden habe und endlich κατορθώσας τὰ προειρημένα κατήντησεν εἰς τὰς Ἀθήνας καὶ τὸν Αἰγέα διὰ τῶν συμβόλων ἀνεγνώρισεν. Niemand wird verstehen wollen 'er (Theseus) erkannte den Aegeus', zumal bei dem Zusatz διὰ τῶν συμβόλων, die doch dazu bestimmt waren die Kenntlichmachung des Theseus zu vermitteln. Wenn Wesseling übersetzt *per indicia ab Aegeo recognitus est*, so ist das zwar nicht unrichtig in der Sache, aber den Worten nicht genügend, die, genau genommen, nur heissen können 'durch die vorgewiesenen Kennzeichen brachte er den Aegeus dahin, ihn (den Theseus) zu erkennen'. Dass wir so richtig deuten, kann überdies die ausführlichere Darstellung dieser Erkennung bei Plutarch im Leben des Theseus darthun, der so erzählt ἐλθὼν ὁ Θησεὺς ἐπὶ τὸ ἄριστον οὐκ ἐδοκίμαζε φράζειν αὐτὸν ὅστις εἴη πρότερος, ἐκείνῳ δὲ βουλόμενος ἀρχὴν ἀνευρέσεως παρασχεῖν, κρεῶν παρακειμένων, σπασάμενος τὴν μάχαιραν, ὡς ταῦτα τέμνων, ἐδείκνυεν ἐκείνῳ κτλ. und schon früher τῷ ὄντι (πατρὶ) προσφέρων γνωρίσματα, πέδιλα καὶ ξίφος . . παρέχων ἐμφανῆ χαρακτῆρα τῆς εὐγενείας. In demselben Sinne schreibt Apollodorus Αἰγεὺς τὸν ἴδιον ἀγνοῶν παῖδα — Θησεὺς δὲ ἀναγνωρισθεὶς τῷ

[1] Vgl. Beiträge II S. 86. Über die Erklärung war ich nie im Zweifel; da mir aber ein entsprechender Beleg fehlte, hatte ich mich in dem Comment. z. d. St. (1874. u. 1885) so ausgedrückt: *exspectamus solummodo 'postquam nonnullis ipse se declararit quis esset', quod in illis verbis* (ἀναγνωρίσαι τινάς) *inesse nec nego nec affirmare audeo*: welcher Ausdruck der Vorsicht mir Hrn. Gomperz Tadel zugezogen hat, dessen kritischem Versuch ich hinwiederum keinen Geschmack abgewinnen kann, so wenig als mir seine Übersetzung zutreffend scheint.

πατρί. Und wenn es in den Scholien zur Ilias heisst (aus Krates) *Θησέα τὸν ἐξ Αἴθρας γενόμενον τῷ Αἰγεῖ ἐπὶ τὸν τοῦ πατρὸς ἀναγνωρισμὸν (γνωρισμὸν) ἐκ Τροιζῆνος ἀφικόμενον*, so zeigt der Zusammenhang der ganzen Erzählung (namentlich was nachher über die *γνωρίσματα* gesagt wird), dass nicht verstanden ist 'zur Wiedererkennung seines Vaters', sondern 'zur Wiedererkennung von Seiten seines Vaters', wie die Scholien der Odyssee so gut *Ὀδυσσέως ὑπὸ Πηνελόπης ἀναγνωρισμός* wie *ἀναγνωρισμὸς αὐτῆς πρὸς Ὀδυσσέα* sagen.

Hiernach darf man, wie ich glaube, bei *ἀναγνωρίσας τινάς* in dem bezeichneten Sinne sich beruhigen, und ich könnte selbst der sinnreichen Vermuthung nicht beitreten, die unlängst Hr. I. Bywater in seiner vortrefflichen Neubearbeitung der Poetik vorgelegt hat, dass nämlich zu schreiben sei *ἀναγνωρίσας ὅτι αὐτός*, im Ausdruck wie *ὁ Ὀρέστης ἀνεγνώρισεν ὅτι Ὀρέστης*, und mit Beziehung auf die Worte des Odysseus *ἔνδον μὲν δὴ ὅδ' αὐτὸς ἐγώ*. Denn so angemessen der Ausdruck wäre, ich kann *τινάς* nicht preisgeben, das sich vollkommen bewährt hat, und glaube für *αὐτός* auch in anderer Verbindung genügende Erklärung zu finden. Ich halte aber die vorliegende Stelle für so gesichert, dass von hier aus auch den beiden anderen noch etwas an Zuverlässigkeit zuzuwachsen scheint, die alle drei darin übereinkommen, dass *ἀναγνωρίσαι* nicht heisst 'erkennen' sondern 'erkennen machen' mit oder ohne persönliches Object, oder anders ausgedrückt, da Aristoteles die *ἀναγνώρισις* als *ἐξ ἀγνοίας εἰς γνῶσιν μεταβολή* definirt, dass *ἀναγνωρίζειν* nicht sei bloss *μεταβάλλειν (ἑαυτόν)* sondern auch *μεταβάλλειν ἄλλον ἢ ἄλλους ἐξ ἀγνοίας εἰς γνῶσιν*. Was soll man aber zu einer Kritik sagen, die für das, was offenkundig ist, die Augen verschliessend, für drei gleichartige Stellen oder für ein und dasselbe Wort in drei Stellen eine dreifältig verschiedene Behandlungsweise in Bereitschaft hat.

Zur Unterstützung der für *ἀναγνωρίσαι* angenommenen Wortbedeutung hatte ich schon 1866 (Beitr. II S. 85) und wieder 1874 und 1885 (in dem Comment. zu c. 16. 1454 *b* 31) auf die Thatsache hingewiesen, dass auch das *simplex* *γνωρίσαι* nicht bloss 'erkennen' sondern auch 'kenntlich, bekannt machen', *γνώριμα ποιῆσαι*, bedeute, dieses selbst auch wieder in verschiedener Verwendung. Zu den früher von mir angeführten Beispielen[1] aus Aristoteles selbst, aus Lucian und Plutarch, füge ich zwei Dichterstellen, die zeigen können, dass der Gebrauch alt und gut ist. In der Aufzählung seiner Verdienste um die Menschheit sagt Aeschylus' Prometheus

κληδόνας δὲ δυσκρίτους
ἐγνώρισ' αὐτοῖς ἐνοδίους τε συμβόλους

[1] Jüngst hat den Gegenstand beiläufig berührt Hr. L. Cohn im Hermes 32. S. 121.

und im Ion des Euripides verkündigt Athene

ἔμελλε δ' αὐτὰ διασιωπήσας ἄναξ
ἐν ταῖς Ἀθήναις γνωριεῖν ταύτην τε σήν
σέ θ' ὡς πέφυκας τῆσδε καὶ Φοίβου πατρός.

Und wenn Plutarch im Leben des Theseus schreibt *ταχὺ δὲ καταμαθὼν ὁ Αἰγεὺς τὴν μὲν κύλικα τοῦ φαρμάκου κατέβαλε, τὸν δὲ υἱὸν ἀνακρίνας ἠσπάζετο, καὶ συναγαγὼν τοὺς πολίτας ἐγνώριζεν ἡδέως δεχομένους διὰ τὴν ἀνδραγαθίαν*, so meint er nicht, 'er erkannte ihn' sondern 'er berief die Bürger und machte sie mit Theseus bekannt, die ihn gern aufnahmen'.

Was endlich *αὐτός* betrifft, so ist zwar einzuräumen, dass das Pronomen auch mit *ἀναγνωρίσας τινάς* sich hätte in Eins verbinden können in dem Sinne 'nachdem er selbst (von selbst) sie mit sich bekannt gemacht hatte', aber wirkungsvoller scheint es im Anschluss an *ἐπιθέμενος* zu stehen, und im Gegensatz zu *τινάς*, die seine Helfershelfer sind, während er selbst den Angriff übernimmt, 'nachdem er Einige verständigt, griff er selbst an, und ward selbst gerettet, vernichtete aber seine Feinde'. Denn Niemand sollte an dem doppelten *αὐτός* in demselben Satze sich stossen[1], deren jedes (wie auch das vorangegangene dritte) seine besondere Beziehung hat, und über die Wiederholung, die ihrem Zwecke dient, dürfte die Kritiker Thucydides beruhigen, der bei der Pest schreibt *ταῦτα δηλώσω αὐτός τε νοσήσας καὶ αὐτὸς ἰδὼν ἄλλους πάσχοντας.*

Wir kehren zu den Arten der Erkennung zurück, deren dritte (c. 16) so beschrieben wird:

ἡ τρίτη διὰ μνήμης τῷ αἰσθέσθαι τι ἰδόντα, ὥσπερ ἡ ἐν Κυπρίοις τοῦ Δικαιογένους, ἰδὼν γὰρ τὴν γραφὴν ἔκλαυσεν, καὶ ἡ ἐν Ἀλκίνου ἀπολόγῳ, ἀκούων γὰρ τοῦ κιθαριστοῦ καὶ μνησθεὶς ἐδάκρυσεν· ὅθεν ἀνεγνωρίσθησαν.

Um den Sinn dieser Definition festzustellen, gehe ich auch hier von den angeführten Beispielen aus, über deren eines wir mehr nicht wissen als die Worte des Aristoteles erkennen lassen, deren zweites in der Odyssee, *ἐν Ἀλκίνου ἀπολόγῳ*, wie Aristoteles sagt, uns vorliegt. Der noch unerkannte Odysseus, bei den Phaeaken eingeführt, fordert den Sänger Demodokus auf (Od. 8, 492) vom hölzernen Ross zu singen, das Epeios erbaut und das auf die Burg von Troja geführt die Griechen aus seinem Schoosse entliess, die die Stadt eroberten. Demodokus singt dem Wunsche gemäss, hebt auch Odysseus' besonderen Antheil an der List und an der Einnahme der Stadt hervor.

---

[1] Hr. Gomperz hat mit M. Schmidt ein schwächliches und nutzloses *οὕτως* dem kräftigen *αὐτὸς ἐπιθέμενος* vorgezogen.

ταῦτ' ἄρ' ἀοιδὸς ἄειδε περικλυτός· αὐτὰρ Ὀδυσσεὺς
τήκετο, δάκρυ δ' ἔδευεν ὑπὸ βλεφάροισι παρειάς.

Odysseus' Bewegung entging den andern, aber Alkinous, der ihm nahe sass, bemerkte es und hörte ihn schluchzen. Er gebot dem Sänger Schweigen und verkündete den Phaeaken, dass *ἐξ οὗ δορπέομέν τε καὶ ὤρορε θεῖος ἀοιδός, οὔ πω παύσατ' ὀϊζυροῖο γόοιο ὁ ξεῖνος* (540), dringt dann in den Fremden selbst, Namen und Herkunft zu verrathen, und zu offenbaren (577), *ὅτι κλαίεις καὶ ὀδύρεαι ἔνδοθι θυμῷ ἡρώων Δαναῶν ἠδ' Ἰλίου οἶτον ἀκούων*. Auf solchen Anlass gedrängt, giebt Odysseus sich bekannt (9, 19) und beginnt alsdann von sich und seinen Leiden zu erzählen. Dem in der Odyssee erzählten Hergang entsprechen genau Aristoteles' Worte *ἀκούων τοῦ κιθαριστοῦ καὶ μνησθεὶς ἐδάκρυσεν, ὅθεν ἀνεγνωρίσθη*: den Gesang des Sängers vernehmend und dadurch an die eigenen Erlebnisse sich erinnernd, wird er bis zu Thränen erweicht, was dann der Anlass zu seiner Erkennung ward. Ein ähnlicher Vorgang ist bei den Kypriern des Dikaeogenes vorauszusetzen: beim Anblick eines Gemäldes (das Erinnerungen weckte) brach, wer es war, in Klagen aus, etwa wie Aeneas bei Virgil bei Betrachtung der Troischen Darstellungen am Tempel der Dido zu Thränen gerührt wurde. Das führte in den Kypriern eine Erkennung herbei.

Hieraus ergiebt sich für die Definition dieser dritten Art von Erkennung Folgendes. Erstlich sieht zwar *ἡ τρίτη διὰ μνήμης* wie die kurze Bezeichnung dieser Weise der Erkennung aus, etwa wie die vierte *ἡ ἐκ συλλογισμοῦ* hiess. Aristoteles ist später auf diese Form der Erkennung nicht zurückgekommen und wir wissen nicht, wie er sie kurz bezeichnet haben würde. Das aber ist aus der Sache klar, dass die Erinnerung (*μνήμη*) nur sehr mittelbar die Erkennung herbeiführt: denn der Anblick des Gemäldes, das Anhören des Gesanges erzeugt nicht als solches angenehme oder unangenehme Empfindungen, sondern weckt die Erinnerung an Selbsterlebtes und bewirkt dadurch die Gemüthsbewegung, die in Thränen sich ausdrückt und die Erkennung veranlasst: wie dies auch Aristoteles' Worte *ἀκούων καὶ μνησθείς* deutlich erkennen lassen. Daher ich die Meinung hegte, *διὰ μνήμης* sei nicht die vorläufige Bezeichnung dieser Art von Erkennung, an welche die nähere Definition (*τῷ αἰσθέσθαι κτλ.*) sich anschlösse, sondern sei vielmehr ein integrierender Bestandtheil dieser Definition selbst: 'die dritte Art von Erkennung geschieht dadurch, dass Jemand beim Anblick einer Sache in Folge der Erinnerung eine Empfindung habe und äussere'. Die Wortstellung, *διὰ μνήμης τῷ αἰσθέσθαι* für *τῷ διὰ μνήμης αἰσθέσθαι*, habe ich mich bemüht durch viele Beispiele zu rechtfertigen (Comment. zu c. 17. 1455*a* 24), aber es scheint, dass ich die Kritiker nicht über-

zeugen kann, obwohl auch keiner meine aus dem sachlichen Verständniss gezogene Annahme zu widerlegen versucht hat.

Das Zweite betrifft τῷ αἰσθέσθαι selbst: da es sich nach dem Wortlaut und dem Zusammenhang nicht handeln kann um das was der Wiedererkennende wahrnimmt, sondern um das was der, dessen Erkennung herbeigeführt wird, der Wahrnehmung des Andern darbietet, oder, auf das Beispiel von Odysseus angewendet, nicht um das, was Alkinous am Odysseus wahrnimmt, sondern um das, wodurch Odysseus die Wahrnehmung des Alkinous veranlasste, so war ich der Ansicht, dass eben dies der Sinn von αἰσθέσθαι sei, dass etwas wie Thränen und Klagen, durch die Erinnerung geweckt, der Wahrnehmung des Erkennenden dargeboten würde, und hatte mich 1885 im Comment. zu c. 16. 1454b 37 (s. 180) so darüber ausgedrückt τῷ αἰσθέσθαι *si recte intelligo non tam 'percipiendo' significat quam 'offerendo obiiciendo quod sensibus percipi possit' ut quae in exemplis dicuntur* κλαῦσαι δακρῦσαι. *quod qui fieri potuerit, nescio an iis aliquo modo patefiat quae de* αἰσθήσεως *notione* Beitr. 2, 82 *disputavi.* Hr. Gomperz hat dem das höhnische Beispiel entgegengesetzt: 'das sei so als wenn Jemand behaupten wollte, ἐσθίω sei nicht immer gleich *cibo vescor*, sondern könne auch soviel bedeuten, als *cibum offero quo alius vescatur*'. Ich hatte aber a. a. O. von dem was Aristoteles c. 15 αἰσθήσεις nennt ausgehend zu zeigen versucht, dass αἴσθησις nicht bloss die Wahrnehmung, sondern auch das Sinnfällige, das Gegenstand der Wahrnehmung ist, bezeichnet habe und ähnliches auch auf αἰσθάνεσθαι angewendet worden sei, wie, um auch hier nicht ganz ohne Beispiele zu reden, οὐ γὰρ δὴ δείξει γε (τὴν οὐσίαν) τῇ αἰσθήσει ἢ τῷ δακτύλῳ oder τῷ δ' ἐκτίθεσθαι οὕτω χρώμεθα ὥσπερ καὶ τῷ αἰσθάνεσθαι, τὸν μανθάνοντα λέγοντες mit Alexanders Erklärung, oder οὔτ' ἀνέκραγεν οὔτ' αἴσθησιν οὐδεμίαν ἐποίησεν oder von den Jagdhunden καταπατοῦσαι τὰς αἰσθήσεις und viel ähnliches. Doch hatte ich 1885 in Comment. S. 185 n. noch eine andere Erklärung versucht, dass nämlich τὸ διὰ μνήμης αἰσθάνεσθαι sei *reminiscendo vel ob memoriam aliquam sensu quodam affici vel moveri, qui quia celari non potest prodit invitum velut lacrimae recordanti oborientes sensum indicant*, indem ich einen den Verben ἔκλαυσεν, ἐδάκρυσεν der Beispiele genauer entsprechenden Sinn suchte, da ja, meinte ich, αἰσθέσθαι das allgemeine sein müsse zu diesen speciellen Begriffen, und das Bedenken, dass αἰσθέσθαι nur die sinnliche Empfindung, die Gemüthsbewegung bezeichne, nicht auch die Äusserung derselben, die erst zur Erkennung führen könne, sich leicht beschwichtigen lasse, da z. B. auch ἐκ συλλογισμοῦ bei der vierten Erkennung nicht die stille Erwägung, sondern die ausgesprochene Überlegung enthält, durch die eine Erkennung bewirkt wird. Wenn auch dagegen Hr. Gomperz

geltend macht, dass *αἰσθάνεσθαι, αἰσθέσθαι* 'niemals zur Bezeichnung von Gemüthsbewegungen oder Affecten verwendet worden', so meine ich, dass was Sokrates im Phaedrus sagt *πλῆρές πως τὸ στῆθος ἔχων αἰσθάνομαι παρὰ ταῦτα ἂν ἔχειν εἰπεῖν ἕτερα* oder in demselben Phaedrus *ἐκπλήττονται καὶ οὐκέθ' αὑτῶν γίγνονται, ὃ δ' ἔστιν τὸ πάθος ἀγνοοῦσιν διὰ τὸ μὴ ἱκανῶς διαισθάνεσθαι* u. s., oder was Aristoteles schreibt *τὴν ἡδονὴν κίνησίν τινα τῆς ψυχῆς καὶ κατάστασιν ἀθρόαν καὶ αἰσθητὴν εἰς τὴν ὑπάρχουσαν φύσιν* (wenn auch in derselben Erörterung *αἰσθάνεσθαι* auch anders verstanden vorkommt), oder *τὸ ἥδεσθαι ἐν τῷ αἰσθάνεσθαί τινος πάθους*, oder *ἡ μὲν φωνὴ τοῦ λυπηροῦ καὶ ἡδέος ἐστὶ σημεῖον, διὸ καὶ τοῖς ἄλλοις ὑπάρχει ζῴοις· μέχρι γὰρ τούτου ἡ φύσις αὐτῶν ἐλήλυθεν ὥστε αἰσθάνεσθαι τοῦ λυπηροῦ καὶ ἡδέος καὶ ταῦτα σημαίνειν ἀλλήλοις· ὁ δὲ λόγος ἐπὶ τῷ δηλοῦν ἐστὶ τὸ συμφέρον καὶ τὸ βλαβερόν, ὥστε καὶ τὸ δίκαιον καὶ τὸ ἄδικον· τοῦτο γὰρ τοῖς ἀνθρώποις ἴδιον, τὸ μόνον ἀγαθοῦ καὶ κακοῦ καὶ δικαίου καὶ ἀδίκου αἴσθησιν ἔχειν*, dass diese und ähnliche Stellen wohl zeigen könnten, der Begriff des *αἰσθάνεσθαι* (*αἰσθέσθαι*) sei weit genug, um auch an unserer Stelle nicht unpassend zu erscheinen, wo Zweck und Zusammenhang des Ganzen dem vorurtheilsfreien Leser den Begriff des Wortes leicht erkennbar macht. Hr. Gomperz aber hat *ἄχθεσθαι* für *αἴσθεσθαι* zu schreiben vorgeschlagen, und dass man nun auch hier den Begriff der Äusserung der Betrübniss, die in *ἄχθεσθαι* liegt, hinzudenken muss, ist wenigstens kein Vortheil, den dieses Verbum vor *αἰσθέσθαι* voraus hat. Das aber ist in meinen Augen ein entschiedener Nachtheil, dass *ἄχθεσθαι* auf die in den Beispielen vorliegende Art von Empfindung sich beschränkt, deren Kundgebung die Erkennung herbeigeführt, während *αἰσθέσθαι* die beiderseitige Gemüthsbewegung umfasst, aus deren Äusserung Erkennung hervorgehen kann. Und mit welchem Rechte dürfte man behaupten, dass nicht dies in der Absicht des Aristoteles gelegen habe. So lange *αἰσθέσθαι* einer Erklärung nicht widerstrebt, wie ich von Neuem zu zeigen versucht habe, räth besonnene Kritik, dabei zu beharren.

Die vierte Art der Erkennung ist die, welche Aristoteles *ἐκ συλλογισμοῦ* nennt, wofür ihm zunächst die Überlegung der Elektra in den Choephoren als Beispiel dient, woran sich andere Beispiele reihen.

> *τετάρτη δὲ ἡ ἐκ συλλογισμοῦ, οἷον ἐν Χοηφόροις, ὅτι ὅμοιός τις ἐλήλυθεν, ὅμοιος δὲ οὐθεὶς ἀλλ' ἢ ὁ Ὀρέστης, οὗτος ἄρα ἐλήλυθεν κτλ.*

Hierin ist zwar, was in den übrigen Beispielen nicht ebenso der Fall, die Form der Schlussfolgerung gegeben, eine Erkennung aber geht unmittelbar aus derselben nicht hervor: denn selbst Orestes, der die Betrachtungen, die Elektra am Grabe ihres Vaters anstellt, aus seinem Ver-

steck mit angehört, empfängt daraus nur die volle Gewissheit, dass die Sprechende seine Schwester Elektra sei, was er schon vorher aus den Umständen vermuthet hatte (16); und Orestes' eigene Erkennung von Seiten seiner Schwester vollzieht sich (wie in Euripides' Iphigenie) durch seine Selbstdarstellung (211 ff.) und wird nachträglich durch Wahrzeichen, die er anführt oder vorzeigt (223), bekräftigt. Von den übrigen Beispielen dieser Erkennungsart, die Aristoteles anführt, habe ich die der Iphigenie des Polyidus vorhin berührt, die andern bleiben für uns dunkel und unbestimmbar.

Nachdem Aristoteles noch eine Abart dieser Erkennung in der Verbindung von Schluss und Fehlschluss an einer uns nicht bekannten Tragödie aufgewiesen, schliesst er die Reihe mit 5) der bessten Form der Erkennung d. h. derjenigen, die rein aus der Entwickelung der Handlung entspringt, der Art, dass an sich wahrscheinliche Vorgänge diesen überraschenden Erfolg nach sich ziehen. Dafür gelten ihm als Musterbeispiele der König Oedipus (s. c. 11) und die Iphigenie: denn, sagt er, mit Bezug auf letztere, 'es war der Wahrscheinlichkeit entsprechend, dass sie einen Brief in die Heimath zu entsenden wünschte', wodurch unerwartet und zur Überraschung aller ihre Person aus dem Dunkel hervortrat. Warum aber diese Art von Erkennung die besste sei und welches die nächstbesste, fügt er in einem Schlusssatz hinzu, der im Zusammenhang mit dem Vorangegangenen einer besonderen Betrachtung zu unterziehen ist.

> *πασῶν δὲ βελτίστη ἀναγνώρισις ἡ ἐξ αὐτῶν τῶν πραγμάτων τῆς ἐκπλήξεως γιγνομένης δι' εἰκότων, οἷον ἐν τῷ Σοφοκλέους Οἰδίποδι καὶ τῇ Ἰφιγενείᾳ· εἰκὸς γὰρ βούλεσθαι ἐπιθεῖναι γράμματα. αἱ γὰρ τοιαῦται μόναι ἄνευ τῶν πεποιημένων σημείων καὶ περιδεραίων*[1]. *δεύτεραι δὲ αἱ ἐκ συλλογισμοῦ.*

Über die Schlussworte hatte ich 1874 (1885) in dem Comment. z. St. (S. 183) in aller Kürze bemerkt: *αἱ γὰρ τοιαῦται μόναι κτλ. haec plu-*

[1] Es ist unsicher, wie man dies Wort an den beiden Stellen der Poetik, an denen es vorkommt (c. 16), zu schreiben habe: an erster hat A *περιδέρρεα*, apogr. corr. *περιδέραια*, an zweiter A *δέρεων*, apogr. corr. *δεραίων*. 1867 u. 1874 hatte ich *περιδέρρεα*, und *δεραίων* wie jetzt auch Bywater ediert, geschrieben, 1885 der Übereinstimmung wegen *περιδέραια* und *περιδεραίων*. Bei Dio Chrysostomus *οὐκ ἔστι βασιλεύειν μὴ βασιλικῶς οὐδ' ἂν πάντες φῶσιν Ἕλληνες καὶ βάρβαροι καὶ πολλὰ διαδήματα καὶ σκῆπτρα καὶ τιάρας προσάψωσιν αὐτῷ, καθάπερ τὰ περιδέραια τοῖς ἐκτιθεμένοις παιδίοις, ἵνα μὴ ἀγνοῆται* hat Hr. von Arnim *περιδέραια* ediert, während seine 3 Hdschr. UBV *δέρεα*, wie bei Arist., haben. Für *δεραίων* sei dagegen Euripides Ion angeführt, der eine vollständige Erkennung aus der *cistella* darbietet, *δέραια παιδὶ νεογόνῳ φέρειν*. Beide Stellen können auch für den verbreiteten Gebrauch dieses Erkennungszeichens zeugen. Auf den Vers des Ion geht Hesychius *δέραια· περιτραχήλια, παίγνια*, der auch sonst die Schreibung *περιδεραίων* und *περιδέραιον* hat (s. d. Glossen *γνωρίσματα* und *δερριστήρ*), dagegen derselbe *περιδέρεα, περιτραχήλια* mit Bezug auf Aristophan. fr. 320 v. 5 Kock (S. 1078 Mein.), wo die Schreibung zwischen *περιδέρεα* (*περιδέρρεα*) und *περιδέρραια* schwankt.

nissima sunt quamquam a Spengelio prave intellecta. neque enim hoc voluit illas agnitiones unicas esse quae careant indiciis et monilibus, sed hoc dicit: hae ἀναγνωρίσεις *per se solae sunt (constant) sine illis extrinsecus adminiculis ascitis. et haec quidem sic universe significantur verbis* τῶν πεποιημένων σημείων καὶ περιδεραίων, *quoniam ea nunc non attinebat singillatim per suas species referre.* Darüber äussert sich Hr. Gomperz so: 'Wahrlich wie Ironie klingt es, wenn V. hierzu im Commentar bemerkt '*haec planissima sunt quamquam a Spengelio prave intellecta.* Spengel hat das Vorhandensein eines Textesschadens vollkommen richtig erkannt' usw. Er bedient sich, wie man sieht, der δείνωσις, nach Aristotelischer Definition, ὅταν μὴ δείξας ὅτι ἐποίησεν, αὐξήσῃ τὸ πρᾶγμα. Er ringt die Hände über solche Verkehrtheit, die näher zu prüfen ihm aber die Geduld fehlt. Er selbst schliesst damit ab, dass er die Worte αἱ γὰρ τοιαῦται . . δεραίων als gefälscht oder verstümmelt oder beides in Klammern steckt. Ich versuche ausführlicher darzulegen, was auch in der Kürze nach meiner Meinung nicht undeutlich war.

Aristoteles sagt 'so beschaffene Erkennungen, wie die vorher genannten, aus der Handlung selbst entspringenden, bestehen ohne περιδέραια und πεποιημένα σημεῖα'. Ich lasse μόναι zunächst ausser Betracht, das für den Hauptgedanken nicht entscheidend ist. Der Vorzug also der genannten Erkennungen besteht darin, dass sie der äusseren Mittel der Bewährung nicht bedürfen. Er nennt aber zwei Arten solch äusserlicher Erkennungsmittel: 1) περιδέραια, Halsbänder, d. i. eine Species der in der ursprünglichen Aufzählung an erster Stelle genannten σημεῖα, durch welche Erkennung herbeizuführen er als die am meisten unkünstlerische, aber zugleich am häufigsten angewendete Weise betrachtet; und in beiden Rücksichten werden die περιδέραια hinter andern Arten dieser Gruppe nicht zurückgestanden sein. Er nennt sie, entsprechend der Absicht, das Unkünstlerische gegenüber dem aus der Composition der Fabel Hervorgehenden zu verdeutlichen, als Typus der ganzen Gattung, und hätte zu diesem Zweck nicht besser wählen können. 2) die πεποιημένα σημεῖα, das sind die, aus denen die früher genannten ἀναγνωρίσεις πεποιημέναι ὑπὸ τοῦ ποιητοῦ hervorgehen. Da er hier ἀναγνωρίσεις nicht sagen konnte, so nennt er, mit deutlicher Rückbeziehung auf jene ἀναγνωρίσεις, jetzt σημεῖα πεποιημένα: σημεῖα mit Recht; denn sie sind es so gut wie die der ersten Gruppe, von denen sie sich nur dadurch unterscheiden, dass sie nicht, wie diese, materiell sichtbar sind, am Körper, ausser dem Körper, wie Narben, Muttermäler, Halsbänder, sondern in den Zeichen bestehen, auf die der Dichter eine Person zu ihrer Kenntlichmachung und Bewährung sich berufen lässt. Wie nahe diese σημεῖα den andern stehen, hat Aristoteles angedeutet, wenn er sagt, Orestes in der Iphi-

genie hätte Einiges von dem, was er anführt, an sich tragen können: *ἐξῆν γὰρ ἂν ἔνια καὶ ἐνεγκεῖν*, wie Orestes in den Choephoren (223) u. a. auch das Gewand mit den eingewobenen Figuren vorzeigt, das er an seinem Körper trägt, während Orestes bei Euripides in der Iphigenie nur die Stickereien erwähnt und beschreibt, die Iphigeniens Hand einst eingewoben hat (814 ff.). Den specifischen Unterschied aber dieser *σημεῖα* von den andern bezeichnet *πεποιημένα*, und Niemand, der die vorangegangene Ausführung über die *ἀναγνωρίσεις πεποιημέναι ὑ. τ. π.* gelesen hat, könnte im Zweifel sein, wohin der Ausdruck zielt, und da diese *πεποιημένα*, d. h. was der Dichter seinen Personen in den Mund legt, nämlich *ἃ βούλεται ὁ ποιητὴς ἀλλ' οὐχ ὁ μῦθος*, am schärfsten den Gegensatz willkürlicher Erfindung des Dichters gegen die alles aus sich erzeugende Bewegung des *μῦθος* ausdrückt, war auch das zweckmässig (wenn auch vielleicht nur zufällig), dass die Ordnung, in der diese beiden Bewährungsmittel früher aufgezählt waren, jetzt umgedreht ist und zuerst *πεποιημένα σημεῖα*, dann *περιδέραια* genannt werden. Es sind aber beide Gruppen *ἄτεχνα* und werden so von Aristoteles genannt, die eine mehr noch als die andre (*ἀτεχνοτάτη — ἄτεχνοι*), und alles, was *πίστεως ἕνεκα* zu nachträglicher Bewährung beigebracht wird, seien es *περιδέραια* und dergleichen, oder seien es *πεποιημένα σημεῖα*, wie was Odysseus bei seinen Hirten oder Orestes in der Iphigenie und in den Choephoren vorbringt, ist mangelhafter und erfüllt die Forderung der Kunst nicht, die alles aus der ursprünglichen Anlage des Drama sich ergeben lässt: *εἰσὶ γὰρ αἱ μὲν πίστεως ἕνεκα ἀτεχνότεραι, καὶ αἱ τοιαῦται πᾶσαι, αἱ δὲ ἐκ περιπετείας βελτίους*, sagt Aristoteles, zwar in Bezug auf die verschiedene Art, in welcher aus der Narbe (*οὐλή*) die Erkennung des Odysseus erfolgt, aber sein Urtheil gilt, wie *αἱ τοιαῦται πᾶσαι* zeigt, allen Erkennungen, die in ähnlicher Weise *πίστεως ἕνεκα* erfolgen.

Wo böte sich hier eine Schwierigkeit oder was wäre nicht der Absicht des Schriftstellers conform. Nur chikanierende Leser und Interpreten, die keinen Sinn haben für die freie Bewegung eines Schriftstellers, und ihr *συκοφαντεῖν* höher achten als sich in die Absichten seiner Darstellung hineinzufinden, können hier Grund zur Verdächtigung und Anlass zur Berichtigung finden.

Was aber *μόναι*, das bis jetzt ausser Acht gelassene, betrifft, so sei Folgendes bemerkt. Aristoteles nennt die nächstbesste Art (*δεύτεραι*) die *ἐκ συλλογισμοῦ*, und es ist leicht einzusehen, dass eine Überlegung, die zur Erkennung führt, naturgemäss aus dem Gang der Handlung hervorgehen, und eine solche Erkennung der bessten sich annähern kann: *εἰκὸς γὰρ Ὀρέστην συλλογίσασθαι, ὅτι ...*, sagt Aristoteles vom Orestes des Polyidus, ganz so wie *εἰκὸς γὰρ βούλεσθαι*

ἐπιθεῖναι γράμματα von der Iphigenie des Euripides. Aber wie der *συλλογισμός* in den Choephoren gezeigt hat, eine Schlussfolgerung oder Überlegung solcher Art führt nicht immer und nicht nothwendig zu unmittelbarer Erkennung der Person, und bedurfte daher wohl manchmal einer nachträglichen Unterstützung durch Bewährungsmittel. Nichts ist dieser Art ausgesprochener Betrachtung ähnlicher als die Thränen des Odysseus beim Gesang des Demodokus, die ebenso unwillkürlich ausbrechen, wie Orestes' Betrachtung, dass ihn also dasselbe Loos wie seine Schwester treffe. Aber jene ergaben nicht sofort die Erkennung des Odysseus, sondern erzeugten nur den Antrieb zu forschen, dem Odysseus durch seine eigene Erklärung nachgab. Was hindert uns ähnliches vom *συλλογισμός* anzunehmen?

Aristoteles hat die Rangfolge nicht weiter hinabgeführt: zu nennen blieb auch nur die *διὰ μνήμης τῷ αἰσθέσθαι τι ἰδόντα* erfolgende Erkennung, die schon nach der ursprünglichen Anordnung, welche in umgekehrter Folge die verschiedenen Arten nach ihrem Werthe aufreiht, nur den dritten Platz einnehmen konnte. Mehr aber als diese drei von den fünf Arten der Erkennung waren hier nicht in Parallele zu bringen. Und es konnte demnach Aristoteles doch wohl richtig sagen, dass Erkennungen, wie die des Oedipus und der Iphigenie *allein* es seien, die der Beihülfe äusserlicher Erkennungszeichen nicht bedürften, wie ja in der That jede dieser beiden Erkennungen, so wie sie aus dem natürlichen Verlauf der Handlung unerwartet und überraschend hervortritt, für sich fertig und abgeschlossen und einer weiteren Bekräftigung durch äussere Kennzeichen weder fähig noch bedürftig ist, während die beiden andern Arten uns erkennen liessen, dass sie eine solche Unterstützung und Bekräftigung durch Wahrzeichen nicht ausschlossen, sondern gewiss öfters beansprucht haben werden. Hat also Aristoteles verstanden 'die besste Erkennung unter allen ist die, welche aus der Handlung selbst unter wahrscheinlichen Vorgängen zur Überraschung hervorgeht: denn solche Erkennungen sind es allein, die ohne äusserliche Wahrzeichen bestehen', so würde der Fortschritt von *πασῶν βελτίστη* zu *μόναι* ähnlich sein, wie wenn es vom Homer hiess *τὰ σπουδαῖα μάλιστα ποιητὴς ἦν· μόνος γὰρ οὐχ ὅτι κτλ.* oder *κοινωνικὸν τὸν Ἑρμῆν εἶναι μάλιστα τῶν θεῶν· μόνος γὰρ καλεῖται κοινὸς Ἑρμῆς* und oftmals ähnlich.

Dies führe ich aus um zu zeigen, dass die Kritiker keinen Grund hatten, über dieses *μόναι* sich zu entrüsten und Fälschung zu proclamieren. Und ich würde, wenn Jemand bei dieser Erklärung beharren wollte, nicht streiten, bin aber doch der Meinung, nach wie vor, dass Aristoteles' Absicht eine andere war. Zur Begründung, dass die genannten Erkennungen die bessten seien, war es nicht noth-

wendig, dass sie *allein* den bezeichneten Vorzug besassen: 'sie sind die bessten: denn sie bedürfen der unkünstlerischen Äusserlichkeiten nicht'. Dies und die Zusammenordnung von *μόναι ἄνευ* liess vielmehr die abundante Ausdrucksweise erkennen, die Dichtern und Schriftstellern so geläufig ist, wie, um Einiges anzuführen (s. m. Vorr. z. Koch's Seneca S. xi), *νῶι δυνησόμεθ' ἀντιφέρεσθαι μούνω ἄνευθ' ἄλλων; κέκλομαι ἑτάρων ἄπο μοῦνον ἱκέσθαι; μή δέ με μούνην σεῖο λίπῃς ἀπάνευθεν; μόνος ἄνευ στρατιᾶς; αὐτὸ τῇ διανοίᾳ μόνον καθ' ἑαυτὸ λάβωμεν ἄνευ τούτου οὗ φαμὲν μετέχειν*, wo man neuestens *μόνον* tilgt; *σωφροσύνη ἄνευ πάσης τῆς ἄλλης ἀρετῆς ἐν ψυχῇ τινὶ μεμονωμένη*, und Aristoteles' Meinung war 'die genannten Erkennungen sind die bessten: denn sie bestehen für sich allein ohne die Beihülfe äusserlicher Erkennungszeichen'. Wie man also über diesen Punkt entscheiden mag, der Wortlaut der Stelle ist nach meinem Dafürhalten so heil und echt, wie nur irgend eine in der Poetik.

Ausgegeben am 28. April.

1898.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

21. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Munk las: Über die Ausdehnung der Sinnessphären an der Grosshirnrinde.

Die Untersuchung verfolgt die Grenzen der Sinnessphären beim Hunde und beim Affen und behandelt insbesondere die Partien der Grosshirnrinde, welche am Scheitellappen vor der Sehsphäre und am Stirnlappen vor der Nackenregion der Fühlsphäre gelegen sind. Diese Partien erweisen sich als der Fühlsphäre zugehörig und ohne besondere Bedeutung für die Intelligenz. Weder Luciani's Annahme einer ausgezeichneten intermediären Zone, in welcher die verschiedenen Sinnessphären durch einander gemischt sind, noch Flechsig's Annahme eigener Associationscentren (Denkorgane) neben und ausser den Sinnessphären findet Bestätigung durch den Versuch.

2. Die HH. Prof. G. Müller und Prof. P. Kempf in Potsdam überreichen ihren als Publication des Astrophysikalischen Observatoriums Nr. 38 erschienenen Bericht über die von ihnen mit Unterstützung der Akademie 1894 durch vergleichende Beobachtungen auf dem Aetna und in Catania angestellten Untersuchungen über die Absorption des Sternenlichts in der Erdatmosphäre.

Ausgegeben am 28. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1898.
XXIII.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

28. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Diels.

*1. Hr. Lenz las: Über den Schmalkaldischen Krieg.

Zur Darstellung kamen die Ereignisse von der Vereinigung des Schmalkaldischen Heeres bei Donauwörth bis zur Kanonade vor Ingolstadt, 2./4. August bis 4. September 1546.

2. Hr. Conze überreicht einen gedruckten Vortrag, betitelt »Pro Pergamo«, welcher von dem handelt, was ein Mal an der Ausgrabungs-Untersuchung in Pergamon noch zu thun sein wird.

3. Hr. Dümmler überreichte den Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

4. Die philosophisch-historische Classe hat ihrem Mitgliede Hrn. Diels zur Fortführung der Herausgabe der Commentaria in Aristotelem graeca die ihr zu diesem Zwecke etatsmässig zur Verfügung stehenden 7200 Mark überwiesen.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 4. April geruht, die Wahl des Präsidenten der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften und Professors an der Universität München, Geheimen Raths und Ober-Medicinalraths Dr. Max von Pettenkofer zum auswärtigen Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe der Akademie zu bestätigen.

Die Akademie hat das correspondirende Mitglied ihrer philosophisch-historischen Classe Hrn. Georg Bühler in Wien am 8. April durch den Tod verloren.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

Jahresbericht über die Herausgabe der Monumenta Germaniae historica.

Von E. Dümmler.

Die 24. Plenarversammlung der Centraldirection der *Monumenta Germaniae historica* wurde in diesem Jahre vom 18. bis 20. April in Berlin abgehalten. Durch Erkrankung wurde Hr. Geheimerath von Hegel in Erlangen an der Theilnahme verhindert. Die HH. Prof. Dove in Freiburg und Hofrath Maassen in Innsbruck hatten als Vertreter der Münchner bez. Wiener Akademie freiwillig ihr Mandat niedergelegt. Hr. Geheimerath Wattenbach war uns am 20. September 1897 durch den Tod entrissen worden. An der Versammlung betheiligten sich demnach die HH. Prof. Bresslau aus Strassburg, Geh. Justizrath Brunner, Geheimerath Dümmler als Vorsitzender, Prof. Holder-Egger, Prof. Ritter Luschin von Ebengreuth aus Graz, Prof. Mommsen, Prof. Mühlbacher aus Wien, Oberbibliothekar Riezler aus München, Prof. Scheffer-Boichorst, Dr. Traube aus München, Prof. Zeumer.

Im Laufe des Jahres 1897/98 erschienen

in der Abtheilung *Auctores antiquissimi:*

1. *Chronica minora* saec. IV. V. VI. VII ed. Th. Mommsen III, 4 (A. a. XIII, 4);

in der Abtheilung *Scriptores:*

2. *Libelli de lite imperatorum et pontificum saeculis XI et XII conscripti III;*

in der Abtheilung *Leges:*

3. *Capitularia regum Francorum II* edd. Boretius et Krause;
4. von dem Neuen Archiv der Gesellschaft Band XXIII, herausgegeben von H. Bresslau.

Unter der Presse befinden sich 7 Quartbände, 2 Octavbände.

In der Sammlung der *Auctores antiquissimi* ist als Abschluss des 3. Bandes der kleineren Chroniken das von Hrn. Dr. Lucas entworfene Register hinzugekommen. Da hiemit diese ganze Reihe von Quellen ihr Ende erreicht hat, so folgt unten ein zusammenfassender Bericht des Herausgebers über dieselben. Als einen Nachtrag darf man die

kritische Handausgabe von Eugippius' *Vita Severini* betrachten, welche, aufgebaut auf eine neue und umfassende Vergleichung aller Handschriften, sich gegenwärtig unter der Presse befindet.

Als ersten Halbband der zu einer besonderen Gruppe ausgesonderten *Gesta pontificum Romanorum* hat Hr. Prof. Mommsen den ersten Theil des *Liber pontificalis* bis 715 bearbeitet. Der Druck steht nach Vollendung des Textes bei der Einleitung. Die Fortsetzung dieser Ausgabe soll den Händen des Hrn. Prof. Kehr in Göttingen anvertraut werden. Das weitere biographische Material zur Papstgeschichte würde sich später anschliessen.

In der Abtheilung der *Scriptores* wird der 4. Band der Merowingischen Geschichtsquellen, bearbeitet von Hrn. Archivar Krusch in Hannover, im Herbste druckfertig werden und anhebend mit den Werken des Jonas von Bobbio die Heiligenleben dieser Zeit zu immer reicherem Ertrage für die geschichtliche Erkenntniss fortsetzen, doch wird es auch ferner nicht ganz an apokryphen Erzeugnissen fehlen. Mehrfache Angriffe gegen die stark negative Kritik des Herausgebers im 3. Bande konnten im Grossen und Ganzen nur die methodische Sorgfalt desselben erhärten.

Mit dem 3. Bande der Schriften zum Investiturstreit ist diese kleine Unterabtheilung vorläufig abgeschlossen und in ihr für kirchengeschichtliche wie für kirchenrechtliche Untersuchungen ein wichtiges Hilfsmittel dargeboten. Eine Fortsetzung in späterer Zeit könnte entweder durch unverhoffte neue Funde oder durch eine Ausdehnung des Planes auf das 13. und 14. Jahrhundert veranlasst werden und bleibt vorbehalten. Hr. Prof. Holder-Egger setzte den Druck der als Handausgabe erscheinenden *Monumenta Erphesfurtensia* saec. XII. XIII. XIV. fort, welcher neben einer sehr verbesserten Wiederholung früher schon in den Monumenten enthaltener Annalen auch manches Neue, wie namentlich die *Cronica minor* eines Erfurter Minoriten, bringen soll nebst mehreren anderen Quellen des 14. Jahrhunderts. Der umfangreiche Band wird im Sommer erscheinen. Mit weiteren Vorarbeiten für den längst ersehnten 31. Band, der die italienischen Chroniken des 13. Jahrhunderts umfassen soll, wurde Hr. Dr. Eberhard betraut. Die sehr wichtige Handschrift der sogenannten *Annal. Mettenses* und des *Regino* aus Durham durften wir durch die grosse Zuvorkommenheit des Bibliothekars Rev. W. Greenwell für künftige Verwendung in Berlin benutzen.

In dem 3. Bande der deutschen Chroniken, den Werken Enikels, ist der Druck von Einleitung und Register durch Hrn. Prof. Strauch in Halle endlich wieder aufgenommen worden und wird wahrscheinlich in diesem Jahre zu Ende geführt werden. Für den 6. Band, die

Österreichischen Chroniken, hat Hr. Prof. Seemüller in Innsbruck weitere Handschriften, namentlich in Klosterneuburg, verglichen und sich besonders mit dem Texte der Chronik Hagens beschäftigt. Für die Sammlung der historischen Lieder und Sprüche ist Hr. Dr. Meyer in Göttingen in der Herstellung der Texte, zunächst für die mittelhochdeutsche Zeit, begriffen.

In der Abtheilung *Leges* ist der durch den Tod des Dr. Krause abermals verwaiste 2. Band der fränkischen Capitularien durch die angestrengte Bemühung der HH. Zeumer und Werminghoff, denen das Register noch grosse Schwierigkeiten schuf, zum Abschluss gebracht worden. Eine Untersuchung über die Quellen des *Benedictus Levita* wird Hr. Dr. Seckel als Vorläufer seiner Ausgabe demnächst veröffentlichen.

Für die grosse Ausgabe der *Leges Visigothorum* des Hrn. Zeumer hat das Neue Archiv mehrere Vorarbeiten gebracht und ist der Beginn des Druckes demnächst zu gewärtigen. Die für die neue Bearbeitung des bairischen Volksrechtes erforderliche Reise nach Italien musste Hr. Prof. von Schwind wegen der aus besonderen Gründen verfügten Verlegung der Osterferien und seiner Versetzung nach Graz abermals um ein Jahr verschieben.

Für die karolingischen Synoden hat Hr. Dr. Werminghoff das gedruckte Material von 695 bis 916 durchgearbeitet und, von Hrn. Müller unterstützt, mit der Vergleichung von Handschriften begonnen. Für den ersten bis 843 reichenden Theil wird eine summarische Übersicht der Überlieferung im neuen Archiv gegeben werden. Besonderen Dank erwarb sich Hr. Dr. Göldlin von Tiefenau, Custos an der Wiener Hofbibliothek, durch Vergleichungen und Nachforschungen. Eine Reise nach Frankreich wird für den Fortgang dieser Arbeiten unerlässlich sein. Für die Sammlung der fränkischen und langobardischen Gerichtsurkunden ist Hr. Prof. Tangl in Berlin an die Stelle des Hrn. A. Müller getreten, und auch für ihn erscheint eine Reise geboten.

Hr. Dr. Schwalm in Göttingen hofft im Herbste dieses Jahres den Druck des 3. Bandes der *Constitutiones regum et imperatorum* anzufangen, für welchen die Archive von Koblenz und namentlich von München manchen neuen Fund ergeben hatten. Der bei Weitem wichtigste derselben, ein Steuerverzeichniss königlicher Städte aus dem Jahre 1241, ist bereits als Nachtrag zum 2. Bande veröffentlicht worden. Geforscht wurde von ihm auch in Wolfenbüttel und Nassau. Der Besuch einiger weiterer süddeutscher Archive und vor Allem eine Reise nach Venedig und Ravenna ist ausserdem noch in Aussicht genommen.

In der Abtheilung *Diplomata* ist der Druck der Urkunden König Heinrich's II. in der bisherigen Weise fortgesetzt worden und wird in

diesem Jahre bis an das Ende der Texte gelangen. An Stelle des in den Archivdienst übergehenden Dr. Meyer ist neben Hrn. Dr. Bloch als Mitarbeiter Dr. Holtzmann seit Neujahr eingetreten. Hr. Dr. Bloch hat soeben noch eine kleinere Reise nach Ferrara und S. Sepolcro bei Arezzo unternommen. Untersuchungen über einzelne Urkunden, verbunden mit Nachträgen für die Zeit der Ottonen, gingen dieser Ausgabe fördernd zur Seite. Abweichend von den ersten beiden Bänden wird das Register hinter den urkundlich überlieferten zur Erläuterung auch die neueren Ortsnamen nach Thunlichkeit nachweisen.

Für die Karolingerurkunden wurde das Material, namentlich durch eine Reise des Hrn. Prof. Dopsch nach dem südlichen und westlichen Frankreich und nach dem nördlichen Spanien im März bis Juni, nicht unerheblich vermehrt, während Hr. Prof. Tangl in der gleichen Absicht im Sommer die Schweiz besuchte. Abgesehen von Chur und von Osnabrück, wohin Hr. A. Müller entsandt worden war, fanden die Vertreter der *M. G.* überall die günstigste Aufnahme, ganz besonders auch bei dem Archivar in Urgel, Hrn. Canonicus Dr. Marti, und bei Hrn. von Terrebasse auf Schloss Cunault. An Stelle des Dr. Schedy trat seit dem 1. April Hr. Dr. J. Lechner als Hilfsarbeiter ein. Die Vorarbeiten für den ersten bis zum Jahre 814 geplanten Band sind so weit gediehen, dass der Druck noch im laufenden Geschäftsjahre voraussichtlich beginnen kann. Ausser dem Besuche einiger deutscher Archive wird dafür noch ein solcher von Paris erheischt werden, um die nur dort vollständig vorhandenen französischen Drucke durchzugehen.

In der Abtheilung *Epistolae* hat der seit längerer Zeit ruhende Druck des 2. Bandes des *Registrum Gregorii* seit Kurzem mit dem Register der Namen wieder begonnen und soll nunmehr ohne Unterbrechung fortdauern. Der 5. Band, welcher die karolingischen Briefe etwa bis zur Mitte des 9. Jahrhunderts weiterführt, befindet sich seit dem Sommer 1897 unter der Presse und dürfte etwa in Jahresfrist vollendet werden. Hr. Dr. Hampe, welcher päpstliche Schreiben sowie Einhart und Frothar darin bearbeitet hat, ist seit Neujahr aus seiner Stellung als Mitarbeiter ausgeschieden, nachdem er im vergangenen Frühjahr eine Reise nach Paris, Nordfrankreich und Brüssel für diese Abtheilung mit günstigen Erfolgen unternommen hatte. Neben ihm arbeitete seit dem Herbst Hr. Dr. A. von Hirsch-Gereuth, der sich bisher mit Vorarbeiten für die Briefe der Päpste seit der Mitte des Jahrhunderts beschäftigt, und neuerdings ist neben ihm Hr. Alfons Müller als zweiter Mitarbeiter eingetreten. Während die Papsturkunden in diese Sammlung keine Aufnahme finden sollen, werden dagegen die in die karolingische Zeit fallenden Register, soweit sie erhalten

sind, vollständig abgedruckt werden. Eine von Hrn. Dr. Hampe in Paris vorläufig untersuchte Handschrift mit werthvollen Briefen über das sicilianische Königreich aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts wird für weitere Benutzung hier von ihm ausgebeutet.

Das überaus zerstreute Material dieses Bandes nöthigte vielfach die Gefälligkeit auswärtiger Bibliothekare und Gelehrten, zumal auch für Hraban's Briefe, in Anspruch zu nehmen, so der HH. Schnorr von Carolsfeld in Dresden, Baumann, Riezler und Simonsfeld in München, Leitschuh in Bamberg, Kerler in Würzburg, Wolfram in Metz, Ed. Favre in Genf, Jadart in Reims, Bonnet in Montpellier, Rivière in Douai, Davidsohn in Florenz, Ratti in Mailand, Arnold und Friedensburg in Rom, denen allen der wärmste Dank hiermit ausgesprochen sei. In Wolfenbüttel besorgte Hr. Dr. Werminghoff einige Vergleichungen.

In der Abtheilung *Antiquitates* sind für den 2. Band der *Necrologia Germaniae* mit Hülfe des Hrn. Dr. Vancsa in Wien die umfangreichen Register vollendet und z. Th. dem Drucke übergeben worden. Ein 3. Band, welcher die vier bairischen Sprengel Freising, Brixen, Regensburg, Passau umfassen soll, ist von Hrn. Reichsarchivrath Baumann in München in Angriff genommen worden. Eine besondere Ausgabe des Xantener Todtenbuches beabsichtigt der frühere Mitarbeiter Hr. Dr. M. Meyer in Münster.

Der schon im vorigen Jahre begonnene Druck des 4. Bandes der *Poetae latini*, bearbeitet von Hrn. Dr. P. von Winterfeld, ist bis zum Drittel etwa fortgeschritten. Fast zwei Drittel desselben, welche als erste Abtheilung einzeln erscheinen sollen, werden noch von der für die lateinische Kunstdichtung so überaus fruchtbaren karolingischen Zeit ausgefüllt, der Rest wird für das 10. Jahrhundert namentlich die *Ecbasis captivi*, Waltharius, die Werke der Nonne Hrotsvitha und Walther von Speier bringen.

Das neue Archiv hat seinen gewohnten Fortgang als ergänzendes und vorbereitendes Organ der *M. G.* gehabt. In den Redactionsausschuss wurde an Stelle Wattenbach's Hr. Prof. Holder-Egger gewählt.

Dem Auswärtigen Amte des Deutschen Reiches und der Königl. Bibliothek als Vermittlern des für unsere Zwecke unentbehrlichen Handschriftenverkehrs bleiben wir nach wie vor zum aufrichtigsten Danke verpflichtet, von den auswärtigen Bibliotheken aber ganz besonders der Nationalbibliothek in Paris und ihrem hochsinnigen Leiter.

Schlussbericht über die Herausgabe der Auctores antiquissimi.

Von Th. Mommsen.

Die im Jahre 1875 von mir übernommene Abtheilung *Auctores antiquissimi* der *Monumenta Germaniae historica* ist mit dem jetzt abgeschlossenen Arbeitsjahr zu Ende geführt worden. Sie umfasst in 13 Quartbänden die folgenden Schriftwerke:

Alcimus Avitus (VI, 2)
Ausonius (V, 2)
Cassiodorus, Variae (XII)
Chronica minora, vol. I. II. III (IX. XI. XIII)
Claudianus (X)
Corippus (III, 2)
Ennodius (VII)
Eugippius, vita Severini (I, 2)
Eutropius und *Paulus, hist. Romana* (II)
Iordanes (V, 1)
Salvianus (I, 1)
Sidonius (VIII)
Symmachus (VI, 1)
Venantius Fortunatus (IV)
Victor Vitensis (III, 1).

Von diesen Bänden sind Cassiodor, Jordanes und die drei Bände der Chroniken von mir, die übrigen von den HH. Birt, Droysen, Halm, Krusch, Leo, Lütjohann, Partsch, Peiper, Sauppe, Schenkl, Seeck, Vogel unter meiner Leitung bearbeitet worden.

Dass diese im Wesentlichen der römischen Geschichtsperiode angehörige Abtheilung in die *Monumenta Germaniae historica* aufgenommen worden ist, war von den Begründern dieser Sammlung beschlossen worden, lange bevor nach Pertz' Tode mit dem Eintritt des Directorats von Waitz der neue Arbeitsplan festgestellt wurde. Der *annus quingentesimus* auf dem Vorblatt unserer sämmtlichen Bände bezieht sich auf die beabsichtigte Ausgabe von Jordanes und Cassiodor. Ausgeführt war allerdings von den dafür bestimmten Arbeiten noch keine, auch der Kreis derselben nicht endgültig festgestellt; aber für einen Theil derselben waren umfassende Vorarbeiten unternommen und die Abtheilung selbst öffentlich angekündigt worden, so dass man damals übereinkam auch hierin an dem ursprünglichen Plan festzuhalten.

Für die Auswahl trage ich als Leiter dieser Abtheilung im Wesentlichen die Verantwortlichkeit. Mich hat dabei zunächst der Gedanke geleitet, dass es überhaupt, insbesondere aber für eine Übergangsepoche, wie diejenige ist vor dem Zusammenbruch des römischen Westreichs

bis zu dem Beginn der fränkischen Vormacht, schlechterdings unmöglich ist das für den Historiker erforderliche Material in einer bestimmten Zahl von Bänden zusammen zu fassen und dass demnach diese Abtheilung nicht darauf angelegt werden durfte in dieser Hinsicht eine nothwendig scheinhafte Vollständigkeit zu erzielen, sondern vielmehr bei jedem einzelnen Schriftwerke zu erwägen war, einmal ob es für die historische Kunde dieser Epoche von wesentlicher Bedeutung sei, und zweitens, ob eine kritische Bearbeitung desselben, namentlich die Herstellung der handschriftlichen Grundlage Nutzen verspreche. Die höhere auf Sprach- und Sachkenntniss beruhende Kritik kann bei Collectivunternehmungen, wie die unsrige ist, wohl als wünschenswerther Gewinn, aber nicht als das regelmässige Ziel in das Auge gefasst und wie die geistige Arbeit überhaupt wohl gefördert, aber niemals abgeschlossen werden. Die diplomatische Kritik dagegen fordert, wo sie in weiterem Umfang auftritt, Mittel, wie nur eine vom Staat getragene Institution sie zu liefern vermag, und bei ihr ist andrerseits ein Abschluss erreichbar. Darum sind Tacitus und Ammian ausgeschlossen worden; sie sind ohne Zweifel für die deutsche Geschichte unendlich viel wichtiger als sämmtliche in meine Abtheilung aufgenommene Autoren; aber die diplomatische Kritik ist bei beiden einfach und im Wesentlichen erledigt. Dagegen war für alle oben genannten Schriftwerke die handschriftliche Grundlage der Feststellung bedürftig, und dass jeder einzelne derselben für die Geschichtsforschung der bezeichneten Epoche von wesentlichem Nutzen ist, wird nicht bestritten werden. Die Grenzen einer derartigen Bearbeitung sind allerdings mit objectiver Bestimmtheit nicht zu ziehen und bis zu einem gewissen Grade abhängig theils von der Meinung des Leiters der Abtheilung, theils von dem Belieben der Centraldirection selbst, die nicht alle Anträge des Leiters genehmigt hat. Bei der Grenzenlosigkeit der Aufgabe selbst hat in der praktischen Ausführung eine gewisse Willkür nicht vermieden werden können. Indess hoffe ich, wenn auch im Einzelnen manches hinweg- oder hinzugewünscht werden mag, doch im Ganzen den richtigen Mittelweg zwischen dem zu Wenig und dem zu Viel gefunden zu haben. Insbesondere bei den in den drei Bänden der Chroniken vereinigten Miscellaneen habe ich es lebhaft empfunden, dass ohne die grossen Hülfsmittel, welche eine Institution wie die unsrige gewährt, eine derartige für das einzelne Kleinstück schlechthin unmögliche und doch in ihrer Gesammtheit unentbehrliche Sammlung sich niemals würde haben durchführen lassen.

Die Rücksicht darauf, dass Ausgaben wie die unsrigen sind, vor allen Dingen den diplomatischen Apparat liefern sollen, hat mich weiter dazu bestimmt, was vielleicht manchen Tadel gefunden hat, wo es

irgend anging nicht einzelne Stücke, sondern die uns erhaltenen Werke des betreffenden Schriftstellers vollständig zu geben. Freilich bei Prosper, Eugippius, Cassiodor, Beda liess sich dies nicht durchführen. Aber wenn auch von Ausonius oder Claudianus dem Historiker nur wenige Abschnitte direct nützlich sind, so darf auch über diese keiner mitsprechen, der nicht den Schriftsteller im Ganzen kennt und beurtheilen kann. Die Excerptenpublication mag für die Wissenschaftlichkeit zweiter Ordnung am Platz sein, für unsere Arbeiten ist sie mir immer als ein einem nationalen Unternehmen übel anstehendes Armuthszeugniss erschienen.

Die mir übergebenen Vorarbeiten erwiesen sich mit geringen Ausnahmen als unbrauchbar; die Collationen — solche von Pertz und Waitz fanden unter den für diese Arbeit mir übergebenen sich nicht — gehörten überwiegend der Frühzeit der Gesellschaftsarbeit an und waren ebenso unzulänglich wie leicht ersetzlich. Wir, meine Mitarbeiter und ich, haben keine Mühe und keine Kosten gescheut, um in dem bezeichneten Kreise die diplomatische Kritik abschliessend zu erledigen.

Eine Schranke habe ich bei dieser Abtheilung oft ungern, aber dennoch streng eingehalten; es ist dies der Ausschluss der byzantinischen Geschichtswerke. Dass der Römerstaat namentlich der späteren Kaiserzeit diese ebenso und vielleicht noch mehr fordert als die lateinischen Quellen, bedarf der Ausführung nicht; und wie sehr selbst ein Schriftsteller wie Prokop des kritischen Apparates entbehrt, in wie geringem Grade die sogenannte akademische Byzantinerausgabe ihrem Namen Ehre macht, wie wir überall, wo de Boor nicht gearbeitet hat, uns in kläglicher Unsicherheit befinden, das wissen die Kundigen alle und fordert dringend Abhülfe. Aber diese kann nur eine Sonderbearbeitung der byzantinischen Geschichtsquellen bringen, die zu unseren Monumenten so nothwendig gehört wie einstmals das Ostreich zum Westreich gehört hat. Die grosse Gefahr, der unsere *monumenta Germaniae* in Folge der centralen Lage unseres Landes ausgesetzt sind, die Uferlosigkeit unserer Sammlungen durch das Übergreifen in die Geschichte der Nachbarstaaten, würde wesentlich gesteigert werden, wenn unsere Arbeiten auch auf das Gebiet des Ostreichs und die griechischen Geschichtsquellen erstreckt würden. Ich habe darum der namentlich bei der Bearbeitung der kleinen Chroniken oft sehr lockenden Versuchung, in diese Kreise einzugreifen, nicht nachgegeben.

Ebenso wie ich bemüht gewesen bin von den aufgenommenen Schriftstellern die Werke, so weit möglich, vollständig zu geben, habe ich dieselben auch nach Möglichkeit in der Publication getrennt. Ein Sammelunternehmen, wie das unsrige ist, kann bei den Schriftwerken

die Trennung nach den Autoren nicht in dem Umfang durchführen, wie dies in der Behandlung der griechischen und römischen Schriftsteller geschieht; in viel weiterem Umfang ist es hier erforderlich, kleinere Schriftwerke zusammenzufassen, secundäre den primären anzuschliessen. So weit aber die Sonderung sich durchführen lässt, erleichtert sie nicht bloss die Fertigstellung der Publicationen, welche ohne weitgehende Arbeitstheilung nicht zum Ziel gelangen können, und gewährt den Benutzern bei ihren sehr verschiedenartigen Interessen die Möglichkeit, sich das, was ein jeder braucht und nur dies zu beschaffen, sondern sie macht es auch möglich wo nöthig und so weit wie nöthig zu bessern und zu erneuern. Bei weitschichtigen Unternehmungen dieser Art kann es nicht ausbleiben, dass eine einzelne Bearbeitung mit oder ohne Schuld der Herausgeber sich als ungenügend erweist, der litterarische Apparat einer Ergänzung oder einer Correctur bedarf. Im meiner Abtheilung ist dies bei der kleinen Schrift des Eugippius eingetreten, und ich habe in Folge dessen eine neue Recension derselben hergestellt, welcher bei dem geringen Umfang des Werkes und bei der Brauchbarkeit desselben auch für Unterrichtszwecke die Form der Octavausgabe gegeben worden ist.

Bericht über die Corrosion des Sandsteinmaterials der Tempelbauten auf Philae.

Von Dr. L. Borchardt.

(Vorgelegt am 14. April [s. oben S. 255].)

Am Ende des Berichtes über den baulichen Zustand der Tempelbauten auf Philae[1] wurde bereits darauf hingewiesen, dass, wenn auch die Untersuchung der Fundamente der Tempel ein verhältnissmässig nicht zu ungünstiges Resultat ergeben hatte, dennoch dem Bestande dieser kunst- und culturgeschichtlich so bedeutenden Bauten ernste Schädigungen anderer Art drohen, wenn das Reservoirproject mit der Stauhöhe bis zu 106^{m} R.L. zur Ausführung kommen sollte.

Es ist dies einerseits der Nachtheil, der aus den zu erwartenden Schlammablagerungen entstehen wird, und andererseits die Gefahr, die aus dem weiteren Umsichgreifen der Corrosion des Sandsteins in den unteren Schichten der Gebäude nothwendigerweise für die Standsicherheit der ganzen Tempel erwachsen muss.

Beide Gefahren sind nicht etwa bisher unbekannte Erscheinungen, die sich ein ängstliches Gemüth nur als wahrscheinlich ausmalen könnte, sondern beide lassen sich schon heutzutage in ihren Ursachen und Wirkungen an anderen aegyptischen Denkmälern beobachten, die gerade unter denselben Einflüssen einer jährlichen Überschwemmung und darauf folgender Austrocknung leiden, wie es die Philaetempel nach Errichtung des Reservoirs thun werden.

Die Tempel von Theben, der aegyptischen Hauptstadt des neuen Reiches, die heute nach den Dörfern Karnak und Luqsor benannt werden, sind nämlich seit einigen Jahren aus einem weiter unten noch näher zu besprechenden Grunde jährlich absichtlich den Überschwemmungen des Nils ausgesetzt worden.

Die hier beigegebenen Abbildungen 1 bis 4 sollen eine Vorstellung von der Überschwemmung in diesen beiden Tempeln geben.

---

[1] Sitzungsber. der Kgl. Preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin 1896, S. 1199—1215. S. daselbst S. 1215, Anm. 1.

Abb. 1.



Tempel von Luqsor während der Überschwemmung. Mittleres Stück der Westseite von N. gesehen.

Abb. 2.



Tempel von Luqsor während der Überschwemmung. Hof Amenophis' III. von NO. gesehen.

Abb. 3.



Tempel von Karnak während der Überschwemmung. Quai und Widderallee vor dem ersten Pylon, von W. gesehen,

Abb. 4.



Tempel von Karnak während der Überschwemmung. Vorhalle des Taharka im ersten Hof. Von SO. gesehen.

Nr. 1 und 2 geben Theile des Luqsortempels wieder, Nr. 3 und 4 sind dem Karnaktempel entnommen.

Beim Tempel von Luqsor haben wir eine nach den verschiedenen Höhenlagen der Fussböden in den einzelnen Theilen der langgestreckten Anlage zwischen $1^{m}.25$ und $3^{m}.35$ variirende Überfluthung, wenn wir das Hochwasser von 1887, das an dieser Stelle bis auf 78^{m} R. L. stieg, zu Grunde legen[1]. In anderen Jahren mag die Überfluthung eine geringere sein, aber in jedem Falle genügt sie, um eine ganz beträchtliche Schlammschicht im Tempel zurückzulassen. Am 20. December 1895 konnte ich in den vorderen, nördlichen Höfen und Sälen des Tempels eine Schlammablagerung feststellen, deren Dicke sich zwischen 50 und 80^{cm} bewegte.

Nach damaligen Erkundigungen schien dies das Resultat zweier Überschwemmungen zu sein. Da aber der Tempel jährlich ausgeräumt wird, so ist wohl anzunehmen, dass allein die Überschwemmung von 1895 schon ausgereicht hatte, den Tempel derart zu verschlammen.

Beim Karnaktempel, der erst seit 1896 systematisch den Überfluthungen des Nils ausgesetzt wird und den Berichterstatter während dieser ersten Überschwemmung besuchte, liess sich die Höhe der Schlammablagerung damals noch nicht constatiren, wohl aber konnte bemerkt werden, dass das in einzelnen Räumen des Tempels stagnirende Wasser einer Algenvegetation die Lebensbedingungen geschaffen hatte. Diese verlieh mit ihrer bunten Mannigfaltigkeit den überschwemmten Ruinen zwar ein äusserst malerisches Aussehen, dürfte aber wohl kaum dem Denkmal förderlich sein.

In dem Reservoir von Assuan würden sich nun ganz dieselben Verhältnisse herausbilden, die wir in Luqsor und Karnak heute schon beobachten können. Man könnte sogar befürchten, dass die Schlammablagerung in Philae noch stärker sein würde als in diesen beiden Tempeln, da in dem Bassin die Strömung fehlen würde, die in Luqsor und Karnak doch immer noch etwas von dem sich ablagern wollenden Nilschlamm wieder mit fortführt. Es kommt jedoch zu Gunsten Philaes der Umstand zur Geltung, dass das Wasser dort erst gestaut werden soll, sobald die höchste Fluth des Niles bereits vorüber ist und der Strom nicht mehr so grosse Schlammmassen mitführt wie zur Hochfluth. Es würde also in Bezug auf die Stärke der Schlammablagerung ein Ausgleich stattfinden, und der Anblick Philaes nach der künstlichen Überschwemmung dürfte im Wesentlichen derselbe sein wie der Luqsors und Karnaks nach dem jährlichen normalen Zurückweichen des Niles.

Man müsste dann also jedes Jahr ebenso wie dort den Schlamm nach dem Auftrocknen mechanisch entfernen. Dadurch würden natürlich

[1] Nach Grand-Bey, Rapport sur les temples égyptiens, Kairo 1888, Tafel 9.

die Inschriften und Sculpturen an den unteren Theilen der Wände leiden, doch würde man ja darüber wohl hinwegsehen können, angesichts der Vortheile, die die Errichtung des Reservoirs dem Lande bringen würde.

Ernst ist dagegen die Gefahr, die den Tempeln durch die immer mehr um sich greifende Corrosion der unteren Schichten des Sandsteinmaterials drohen würde, wenn das Reservoir wirklich mit der geplanten Stauhöhe bis zu 106^{m} R. L. zur Ausführung kommen sollte.

Wie diese Corrosion vor sich geht, zeigen andere Tempel des Landes.

Da ist zuerst die Vorhalle des Tempels von Esneh lehrreich, die allein vom ganzen Tempel frei liegt, während der Rest vollständig in alten Hausruinen verborgen ist, auf denen wieder moderne, heute noch bewohnte Häuser stehen. Hier steigt jedes Jahr das Grundwasser bis zu einer Höhe von rund 1^{m}.0 über dem Fussboden, und das Resultat ist, dass überall da sich Corrosionserscheinungen zeigen, wo das Wasser entweder direct, von aussen spielend, oder in Folge der hygroskopischen Eigenschaften des Sandsteines im Innern der Wände aufsteigend hingelangt. An der Oberfläche des Steines bildet sich an solchen Stellen zuerst ein Salzausschlag, dann zeigt sich eine leichte Zerstörung der bearbeiteten Sculpturen, die immer tiefer und tiefer eingreift, bis sie endlich das Steinmaterial der angegriffenen Stellen in Pulver von Sandkörnern auflöst. Die beiden hier beigegebenen Abbildungen Nr. 5 und

Abb. 5.



Vorhalle des Tempels von Esneh. Säulenfuss mit Salzausschlag.

6 zeigen corrodirte Stellen der Vorhalle von Esneh in verschiedenen Stadien der Zerstörung. Nr. 5 zeigt nur den Salzausschlag mit geringer Corrosion, wobei sehr gut zu sehen ist, wie auch über der scharf markirten Wasserlinie Salzausschwitzungen auftreten, die von der innerhalb der Mauern sich emporziehenden Feuchtigkeit herrühren. Nr. 6 giebt bereits tief eingefressene Corrosionen einer sculpirten Wand wieder.

Bei den beiden Tempeln zu Luqsor und Karnak liegt die Sache insofern etwas anders als in Esneh, als es hier nicht mehr aufsteigendes Grundwasser ist, das die Mauern durchfeuchtet, sondern fliessendes

Abb. 6.



Vorhalle des Tempels von Esneh. Corrodirter Wandsockel.

Nilwasser. Denn hierbei nimmt jede Überschwemmung einen Theil des zerstörenden Salzgehaltes mit; doch ist das zurückbleibende Salz noch immer stark genug, die gefürchteten Zerstörungen hervorzubringen. Zur Zeit ist man eifrig daran, in Karnak die corrodirten Stellen nothdürftig auszubessern, was man in Luqsor bereits gethan hat; es ist aber an beiden Orten noch genug von den Zerstörungen, die Salz und Überschwemmung gemeinsam angerichtet haben, zu sehen.

Die Abbildungen Nr. 7 bis 10 zeigen solche Stellen aus diesen beiden Tempeln. Die aus dem Luqsortempel, Nr. 7, lässt zwar nur Salzausschlag, d. h. beginnende Corrosion, sehen, dafür sind aber die Bilder aus dem Karnaktempel, Nr. 8 bis 10, um so charakteristischere Beispiele der gänzlichen Zerstörung des Steinmaterials in den durchfeuchteten unteren Schichten der Sandsteinmauern.

Die Betrachtung der angegriffenen Stellen zeigt nun, dass die Corrosionserscheinungen am Sandsteinmaterial der Tempel immer nur da auf-

Abb. 7.



Vorhalle Amenophis' III. zu Luqsor. Säulenfuss mit Salzausschlag.

Abb. 8.



Chonstempel zu Karnak, von SO. gesehen. Corrosionen in den unteren Schichten.

mit dem Haustein kommen. Dass Wasser allein die Corrosion nicht hervorbringt, zeigen am besten die zahlreichen noch gut erhaltenen, alten Ufermauern aus Haustein, die stets nur an den Stellen Corrosionserscheinungen aufweisen, wo gleichzeitig auch Abwässer aus Ruinenerde an sie herangekommen sind; an den nur vom Nilwasser bespülten Stellen haben sie sich immer gut conservirt. Und ebenso wenig wirkt die trockene Ruinenerde zerstörend; das sieht man in den höheren Theilen ganz von Ruinenerde eingehüllt gewesener Gebäude, die sich unter dieser schützenden Decke ganz intact gehalten haben. Die zerstörenden Wirkungen äussern sich also nur, wo Ruinenerde und Wasser gemeinsam mit dem Sandsteinmaterial in Verbindung kommen.

Um Näheres zu ermitteln, wurden im Frühjahr 1896 in Philae Proben von den in Frage kommenden Stoffen zur chemischen Untersuchung entnommen, und zwar: 1. *a.* intacter Sandstein, *b.* corrodirter Sandstein, 2. Nilwasser und Nilschlamm und 3. Ruinenerde.

1 und 3 stammten von Stellen in und neben der Ostcolonnade[1] des Vorplatzes, 2 von der Westseite der Insel.

Hr. Dr. Rathgen, Chemiker bei den Königlichen Museen zu Berlin, untersuchte diese Proben und erhielt das Resultat, dass ausser dem corrodirten Sandsteinpulver nur die Ruinenerde reichlich Chlor- und Schwefelsäureverbindungen aufweist.

Die Notiz, die mir Hr. Dr. Rathgen über seine Untersuchung dieser Erde gab, lautet wörtlich:

In 10^{g} der lufttrockenen Ruinenerde liessen sich durch Auswaschen mit kaltem, destillirtem Wasser im Filtrat nachweisen: $0^{g}0566$ Cl [Chlor] entsprechend $0^{g}0934$ NaCl [Kochsalz] = 0,93 Procent; $0^{g}0175$ SO_3 [Schwefelsäureanhydrid] entsprechend $0^{g}0263$ $MgSO_4$ [Bittersalz] = 0,26 Procent oder $0^{g}0311$ Na_2SO_4 [Glaubersalz] = 0,31 Procent. Es sind in der Erde also ungefähr $1\frac{1}{4}$ Procent wasserlösliche anorganische Salze vorhanden, die bei Mitwirkung von Feuchtigkeit z. B. auf Kalksteine oder kalkhaltige Sandsteine corrodirend wirken müssen. (S. Polytechnisches Centralblatt 1891–92, S. 193.)

Nach einigen neueren, noch nicht veröffentlichten Bestimmungen ist schon ein Gehalt von $\frac{1}{7}$ Procent Salze für den Bestand von Kalksteinen, Ostraka u. s. w. gefährlich.

Berlin, den 1. Juli 1897.

gez.: Rathgen.

---

[1] Hier waren Corrosionen bereits nachzuweisen. S. Bericht über den baulichen Zustand u. s. w. S. 1214 und die diesem Bericht beigegebenen, nicht veröffentlichten Photographien.

1898.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

---

12. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Conze las über die in den nächsten Lieferungen der »Attischen Grabreliefs« erscheinenden Darstellungen von sogenannten Todtenmahlen, in so weit sie auf eigentlichen Grabsteinen vorkommen.

2. Hr. Kiepert übersendet eine Mittheilung des Hrn. Prof. Walther Judeich in Marburg: Bericht über eine Reise im nordwestlichen Kleinasien, zu welcher demselben eine Unterstützung seitens der Akademie gewährt worden ist. (Ersch. später.)

3. Hr. Dümmler überreichte Lieferung 2, Bd. II der mit Unterstützung der Akademie herausgegebenen Regesta imperii XI: Die Urkunden Kaiser Sigmunds 1410–1437, verzeichnet von Wilhelm Altmann. Innsbruck 1898.

4. Hr. Mommsen legte die Restaurationsentwürfe des Hrn. Baurath Jacobi in Homburg vor, nach welchen auf der Saalburg das römische Praetorium wiederhergestellt werden soll und in dem das Limes-Museum und insbesondere die jetzt im Homburger Badehaus aufbewahrten Saalburger Fundstücke ihren Platz finden werden.

Die Akademie hat den Professor der Zoologie an der Universität München, Hrn. Richard Hertwig, zum correspondirenden Mitgliede der physikalisch-mathematischen Classe gewählt.

Ausgegeben am 9. Juni.

SITZUNGSBERICHTE 1898.
DER XXVII.
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

26. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Vahlen.

*1. Hr. Tobler legte von einer grösseren Arbeit über die Legende des heiligen Julian im Anschluss an früher Vorgetragenes (s. Sitzungsberichte 1897 S. 779) einen anderen Theil vor.

Von der bisher ungedruckten, durch den Vortragenden herauszugebenden Fassung der frommen Sage in altfranzösischen Versen des dreizehnten Jahrhunderts wurde der Inhalt angegeben, und darauf festzustellen der Versuch gemacht, was von dem Verfasser und der Veranlassung seiner Arbeit, von seinem dichterischen Vermögen, seiner Bildung, seinem Stande und dem Maasse seiner Abhängigkeit von einer noch unentdeckten Quellenschrift zu denken sei. Die Vergleichung zweier Stellen des Gedichtes mit den entsprechenden der gleichfalls ungedruckten altfranzösischen Prosaversion der nämlichen Legende legte das Urtheil nahe, dass letztere nicht, wie angenommen worden ist, durch einfache Umsetzung aus jenem hervorgegangen sei, sondern entweder durch einen gemeinsamen Ursprung zu ihm in Beziehung stehe oder doch keinesfalls aus ihm allein ihren Inhalt schöpfe. Zu sicheren Ergebnissen bezüglich dieses Verhältnisses wird erst dann zu gelangen sein, wenn die in zahlreichen Handschriften erhaltene Prosafassung besser als aus ganz kurzen Bruchstücken bekannt sein wird. Die der gereimten Erzählung gegenüber den sonst vorliegenden Darstellungen eigenthümlichen Züge wurden hervorgehoben und nach ihrer Bedeutung gewürdigt.

2. Vorgelegt wurde der Prosopographia Imperii Romani Pars III, herausgeg. von P. von Rohden und H. Dessau. Berol. 1898.

Ausgegeben am 9. Juni.

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

SITZUNGSBERICHTE 1898.

DER XXVIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

26. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Klein las: Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie.

Durch Übertragung der Fortschritte, welche theoretisch und praktisch in der Methode der Totalreflexion gemacht worden sind, auf die petrographischen Untersuchungsmethoden, gelingt es, die sämmtlichen wichtigeren gesteinsbildenden Mineralien auch dann zu bestimmen, wenn sie in Schnitten von allgemeiner Lage in Dünnschliffen sich darbieten und die seither üblichen Methoden versagen.

Es wird dies dadurch erreicht, dass man ein Mal mit Hülfe besonderer Vorrichtungen und Instrumente die für die betreffenden Mineralpartien charakteristischen Brechungsexponenten bestimmt, oder in Fällen der Unterscheidung zwischen zwei Mineralien darthut, ob der betreffende Krystallschnitt, einer Substanz von bestimmtem Brechungsverhältniss gegenüber, Totalreflexion einleiten lässt oder nicht.

2. Hr. Schwendener legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. Friedrich Johow in Santiago (Chile) vor: Über Ornithophilie in der chilenischen Flora.

Der Verfasser geht von der bekannten Thatsache aus, dass die in allen amerikanischen Ländern verbreiteten Kolibris oder Schwirrvögel die Blüthen zahlreicher Pflanzen besuchen, um Nahrung daraus zu entnehmen, betont aber zugleich, dass die Kolibris deshalb noch nicht als Bestäubungsvermittler der betreffenden Pflanzen zu betrachten sind. Er zeigt vielmehr, dass diese Annahme unzutreffend ist.

Dagegen hatte er Gelegenheit zu beobachten, dass die Blüthen von *Puya chilensis* von dem an den Orten, wo die Pflanze vorkommt, häufigen »Tordo«, dem chilenischen Staar, bestäubt werden. Die Art, wie dies geschieht, wird auf Grund eigener Beobachtungen näher beschrieben.

3. Hr. Fuchs legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. S. Gundelfinger in Darmstadt vor: Über die Entdeckung der doppelten Periodicität und Jacobi's Antheil daran.

Diese Notiz enthält einen Auszug aus einer demnächst zu veröffentlichenden historisch-kritischen Untersuchung des Verfassers über den Antheil Jacobi's an der Entdeckung der Theorie der elliptischen Functionen.

4. Derselbe legte ferner vor eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dr. Ludwig Schlesinger in Klausenburg: Über die Gauss'sche Theorie

des arithmetisch-geometrischen Mittels und ihre Beziehungen zur Theorie der elliptischen Modulfunction.

Es werden in dieser Arbeit aus den im Nachlasse von Gauss enthaltenen Untersuchungen über das arithmetisch-geometrische Mittel die vollständigen Grundlagen der Theorie der Modulfunctionen entwickelt.

Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie.

Von C. Klein.

Die vor beinahe hundert Jahren gemachte Entdeckung der Totalreflexion und ihrer Verwendbarkeit zur Bestimmung von Brechungsexponenten[1] hat trotz der ausgezeichneten Untersuchungen Sénarmont's[2] erst in neuerer Zeit mehr praktische Anwendung in der Physik und in der Mineralogie gefunden.

Nachdem F. Kohlrausch 1877 sein Totalreflectometer angegeben hatte[3], gelangten nach und nach verschiedene andere Constructionen desselben Apparats in den Gebrauch, von denen die wichtigsten die von Ch. Soret 1883, Th. Liebisch 1884, C. Pulfrich 1887 und Abbe-Czapski 1890 eingeführten sind[4].

Es ward im Laufe der Zeit erkannt, dass starkbrechende Gläser besser zu verwenden sind als Flüssigkeiten, deren Brechungsexponent stark mit der Temperatur variirt, und dass die Methode des streifenden Einfalls der der eigentlichen Totalreflexion vorzuziehen ist, der besseren Erkenntniss der Grenze wegen. Danach wurden auch am Kohlrausch'schen Totalreflectometer entsprechende Einrichtungen vorgenommen, um von diesen Vorzügen Nutzen ziehen zu können und so mit kleineren Flüssigkeitsmengen, Verstärkung der Beleuchtung und Anwendung der Methode des streifenden Einfalls gearbeitet.

[1] Laplace, Mécanique céleste 1800. IV p. 241; Œuvres de Laplace 1845. IV p. 269; Wollaston, Philosoph. Transact. 1802 p. 381.

[2] de Sénarmont, Journ. de Mathém. 1856 (2) I p. 305; Comptes rend. XLII 1856 p. 65. Pogg. Ann. XCVII 1856 S. 605.

[3] Über die Litteratur, die Instrumente und die Methoden sind die Zusammenstellungen bei Pulfrich, Das Totalreflectometer 1890, Liebisch, Physikal. Krystallographie 1891, und Soret, Éléments de Cristallographie physique 1893, sowie auch Groth, Physikalische Krystallographie 1894/95 nachzusehen.

[4] Diesen Constructionen ist 1896 die von A. J. Moses und Weinschenk, Zeitschr. f. Kryst. u. Mineral. B. 26 S. 150 hinzugetreten.

Hier wird das Kohlrausch'sche Princip benutzt und mit dem von Soret 1883 angegebenen Verfahren, dem Arbeiten mit einer Vergleichssubstanz von bekannten Brechungsexponenten, in Verbindung gesetzt. Da dem Krystallträger eine Einrichtung nicht gegeben ist, die Platte in ihrer Ebene um eine horizontale Axe drehen zu können, so ist das Instrument in seinem jetzigen Zustande nur von beschränkter Gebrauchsfähigkeit. — Diesem Übelstande wäre aber leicht abzuhelfen.

Für die Physik und Mineralogie waren somit wichtige Hülfsmittel und Methoden gegeben, die Gesetze der Lichtbewegung zu prüfen und zu bestätigen und die optischen Constanten der Krystalle zu ermitteln. Die Forscher, voran Th. Liebisch und seine Schüler, haben sich ersteren Untersuchungen erfolgreich gewidmet.

Einen für die Zwecke der Praxis wichtigen Abschluss fand die ganze Frage 1888, als Ch. Soret, Archives des sciences phys. et nat. XX p. 263, es kennen lehrte, dass eine beliebige Fläche eines zweiaxigen Krystalls die Winkel zur Bestimmung der drei Hauptbrechungsexponenten ergebe[1] und durch Heranziehen einer zweiten beliebigen Fläche und Bestimmung der zwei Maximal- und zwei Minimalwerthe der Grenze auf jeder dieser Flächen acht Werthe gewonnen würden, von denen die sechs unter sich zu je zwei gleichen die Winkel für die Grössen α, β, γ ($\alpha > \beta > \gamma$) liefern.

Es bedurfte erst dieser Erkenntniss, um die Totalreflexionsmethode für die Zwecke der Petrographie praktisch zu gestalten, denn die Einführung des sonst recht guten Vorschlags von E. Bertrand, vermittelst einer drehbaren, stark brechenden Glashalbkugel, an deren Planfläche der Schliff angeklebt wurde und die durch Drehen die Grenze in das Gesichtsfeld des Mikroskops führte, zu arbeiten[2], scheiterte an der Unmöglichkeit, wie man damals glaubte, den allgemeinen Fall behandeln zu können.

Es ist nach dem Bertrand'schen Versuch und Soret's Entdeckung ein Verdienst des Hrn. Fr. Wallerant[3], von Neuem dahin gestrebt zu haben, die Totalreflexionsmethode nutzbringend in der Petrographie zu verwerthen.

Sein Instrument leitet die Totalreflexion nach der Wollaston'schen Methode, die Liebisch in seinem Totalreflectometer aufnahm, an den Flächen eines Prismas ein. Es wird dann die Erscheinung durch eine Linse vergrössert, und der Theil ersterer, der besehen werden soll, mit einer Irisblende abgeschnürt. Alsdann wird mit einer Vorrichtung, die mässig vergrössert und ein Fadenkreuz besitzt, diese Partie betrachtet. Zur Beleuchtung dient eine starke Lichtquelle; dieselbe sendet ent-

---

[1] In Annäherung (für die zwei extremen Brechungsexponenten) hatte dies schon F. Kohlrausch 1878 »Über die Ermittelung von Lichtbrechungsverhältnissen durch Totalreflexion«, Wiedemann's Annalen der Phys. und Chemie N. F. B. IV S. 15 und 16 erkannt. Die Sache fand aber keine praktische Verwendung.

[2] Bulletin de la Soc. Française de Minéralogie 1886, T. IX p. 15

Bertrand beobachtete in den Schliffen von einem bestimmten Mineral entweder die durch Totalreflexion verschieden erleuchtete Krystallfläche oder die Grenze der Totalreflexion selbst. Sein Mikroskopobjectiv hatte zu dem ersteren Behufe in seiner hinteren Front eine schmale Blende.

[3] Fréd. Wallerant, Détermination des indices de réfraction des minéraux des roches. Bulletin de la Société Française de Minéralogie 1897, T. XX p. 234.

weder monochromatisches Licht direct aus (Tiegel mit Natronsalz in der Gebläseflamme), oder es wird aus dem weissen Licht eines Auerbrenners Natronlicht durch einen Nebenapparat, der aus zwei Amici-schen Prismen besteht und diese Lichtart allein austreten lässt, gewonnen. — Der ganze Apparat scheint gute Bilder zu liefern. Nachtheile sind, dass man das Object nicht leicht und einfach centriren und, wenn es centrirt ist, für seine Centrirung nicht garantiren kann; fernerhin muss sich das stark brechende und weiche Glas des Prisma's leicht abnützen, wenn man den Schliff auf ihm dreht, und es ist misslich, den Contact von Verbindungsflüssigkeit, Glas und Mineral stets gut zu erhalten und für denselben zu garantiren.

Da ich mich schon seit längerer Zeit mit dem Gedanken getragen habe, Untersuchungen gleicher Art in ähnlicher Weise ausführen zu können, so möchte ich im Nachfolgenden andere Vorschläge machen und es ausführen, wie man:

I. die Gemengtheile eines Dünnschliffs bestimmen kann, indem man die Grösse ihrer Brechungsexponenten ermittelt;

II. die Gemengtheile eines Dünnschliffs gewissermaassen dadurch sondern kann, dass man verschiedenen Medien gegenüber Totalreflexion beobachtet oder nicht.

Diese letztere Methode würde der von Exner[1] angegebenen nahe stehen und der der Trennung der Gesteinsgemengtheile durch ihr specifisches Gewicht in einem gewissen Sinne vergleichbar sein.

I. Instrumente zur Bestimmung der Brechungsexponenten von Mineralien in Dünnschliffen vermittelst der Methode der Totalreflexion.

Bei allen Instrumenten kann man im reflectirten, wie im streifend einfallenden Lichte arbeiten. Wenn es irgend angeht, verdient letztere Methode den Vorzug.

Das betreffende Mineral muss stets direct oder durch eine Verbindungsflüssigkeit mit dem stärker brechenden Medium in Contact sein. In letzterem Falle muss die Brechbarkeit der Verbindungsflüssigkeit grösser als die des Krystalls sein.

Dünnschliffe sind daher stets unbedeckt zu verwenden, und, wenn sie bedeckt sind, ist das Deckglas abzunehmen und die Schliffober-

---

[1] A. Exner. Archiv. für mikr. Anatomie 1885. XXV S. 97. Das angewandte Instrument, das sogenannte Mikrorefractometer, bestimmt die Brechungsexponenten der Substanzen durch Eintauchen derselben in Medien von bekannter Brechbarkeit. Bei gleichen (mittleren) Brechungsexponenten verschwindet die Substanz.

fläche sorgfältig zu reinigen. — Gut ist es, die Schliffoberfläche sehr eben und glatt herzustellen.

Manchmal kommt auch der Dünnschliff allein, ohne jede Auflage und Bedeckung, zur Verwendung.

Fassen wir, zur Vorführung des allgemeinen Falls, einen zweiaxigen Krystall in's Auge, so können dessen Schlifflagen sein:

1. Parallel der Ebene zweier Elasticitätsaxen.
2. Parallel einer Elasticitätsaxe.
3. Senkrecht zu einer optischen Axe.
4. Von beliebigen sonstigen Lagen.

Diese Lagen lassen sich, wie folgt, unterscheiden:

Kommt ein Schliff der Lage 1 zwischen gekreuzten Nicols des Mikroskops in die Dunkelstellung, so behält er bei einer Drehung um die eine oder die andere der Dunkelstellungslagen als Axen vorn hinten, links rechts seine Dunkelheit bei; es sei denn, dass die optischen Axen in das Gesichtsfeld des Instrumentes kommen, was Aufhellung zur Folge hat.

Ein Schliff der Lage 2 wird dunkel, wenn die besagte Richtung in eine der Polarisationsebenen der gekreuzten Nicols kommt. Der Schliff, um diese Elasticitätsaxe gedreht, bleibt dunkel, es sei denn, dass eine optische Axe in das Gesichtsfeld kommt, was Aufhellung zur Folge hat.

Wird der Schliff um die Normale zu dieser ersteren Richtung als Axe gedreht, so hellt er im Allgemeinen auf.

Die Lage 3 gibt sich, wie bekannt, daran zu erkennen, dass der Schliff bei einer vollen Horizontaldrehung nicht auslöscht und im convergenten Lichte sich eine Axenbarre zeigt, die entgegengesetzt zur Tischdrehung läuft.

Die Lage 4 hat natürlich auch 4 Dunkel- und 4 Helllagen bei einer vollen Horizontaldrehung des Praeparates. Um die Dunkellagen als Axen gedreht bleibt aber der Schliff nicht dunkel.

Alle Untersuchungen dieser Art lassen sich im später zu beschreibenden Instrumente 1 und zum Theil im Instrumente 2 ausführen. — Sie sind aber am besten abgesondert in einem Instrument mit Drehapparat zu bewerkstelligen.

Zu vermeiden sind die Schlifflagen oder Mineralpartien, welche einer der optischen Axen zu nahe kommen. Wegen der Erscheinungen, welche sich dann darbieten, vergl. u. A. C. Pulfrich, Das Totalreflectometer 1890, S. 117.

Wegen des Verlaufs der Curven in den diversen Fällen wolle man dasselbe Werk und namentlich die Tafeln I und III, welche eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse darbieten, nachsehen.

In Rücksicht auf den allgemeinen Fall ist die graphische Darstellung S. 109–110 Fig. 31 zu beachten, aus der man ersieht, dass die vier Maxima und Minima der zwei sich bildenden Curven gegen einander verschoben sind und die Umkehrlagen der Curven nicht mehr unter demselben Winkel der Drehung des Krystalls erfolgen.

Überhaupt kann vor dem Arbeiten nach der Methode der Totalreflexion das Studium dieses und der hauptsächlichsten anderen im Litteraturverzeichnisse dortselbst angegebenen Werke nicht dringend genug empfohlen werden, wie denn auch die grösste Vorsicht bei den Operationen nöthig ist, um sich vor Täuschungen zu bewahren.

Unter günstigen Umständen kann man also mit einer Fläche (auch einer beliebigen) alle drei Brechungsexponenten erhalten. Gewöhnlich braucht man im allgemeinen Fall zwei Flächen und benutzt von den aufkommenden vier Maximal- und vier Minimalwerthen die sechs unter einander gleichen zur Ermittelung der drei Brechungsexponenten.

Dadurch, dass dies die Theorie zulässt[1], ist man auch sicher, stets das gleiche Material im ersten und im zweiten Mineraldurchschnitt zu haben. Ein fremder, nicht hierher gehöriger Durchschnitt würde sich durch Erzielung anderer, zu den ersten vier Werthen nicht passenden, kundgeben.

1. Beobachtungsinstrument nach dem Kohlrausch'schen Princip.

Ich dachte zunächst daran, den von mir angegebenen Drehapparat[2] zu verwenden und auf den Tisch eines Mikroskops in gewöhnlicher Stellung zu bringen. Allein einmal war der Lichteintritt durch ein vorderes Fenster unbequem zu vermitteln und dann störte das Zittern der Flüssigkeit die Beobachtung. — An dem Mikroskop in umgelegter Stellung war der Apparat auch nicht gut anzubringen, da der Tisch des Mikroskops genügendem Lichtfall störend entgegentrat[3], und so sah ich mich veranlasst, die Haupttheile des einfacheren Apparats (diese Sitzungsber. 1895 S. 1154 Fig. 1) einem besonderen Instrumente, Fig. 1, anpassen zu lassen. Hr. Leiss von der Firma R. Fuess in Steglitz hat diese und die folgenden Constructionen mit Ausdauer und Aufopferung besorgt.

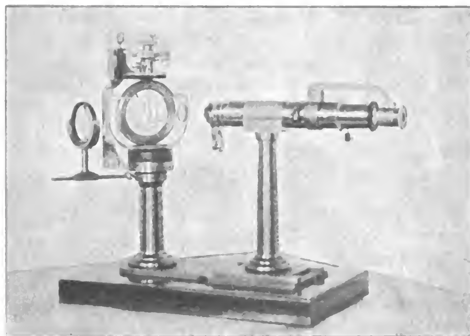
[1] Ch. Soret. 1888 l. c. und Zeitschr. f. Kryst. u. Min. XV. S. 45 u. f.

[2] Diese Sitzungsberichte 1895 S. 1153 Fig. 1, 1154 Fig. 1a und 1897 S. 329 Fig. 1. Die an letzterer Stelle in der Fig. 1 angedeutete Drehbewegung um eine horizontale Axe $\mathcal{G}S$ ist jetzt auch noch messbar an einem Gradbogen eingerichtet.

[3] Diesen Nachtheil haben auch Axenwinkelapparate, wenn sie zur Untersuchung der Totalreflexion umgestaltet werden sollen.

Auf einer Bodenplatte erheben sich zwei Ständer. Der eine, der die optischen Theile (Mikroskop oder Fernrohr) trägt, ist gegen den anderen auf einem Schlitten verschiebbar. Dieser letztere lässt in Schlittenführung ein Glasgefäss aufschieben; dasselbe trägt nach vorn zu eine Planplatte mit Hülfe des Gauss'schen Spiegels senkrecht gegen die optische Axe des Beobachtungsinstruments gerichtet. Um dies Gefäss greift von hinten herum ein schmaler, aber starker Metallträger, in den der oben genannte Theil des Drehapparats eingeschoben werden kann. Dieser Theil gestattet eine Drehung um eine verticale und um eine horizontale Axe. — Am Ständer selbst ist noch eine Linse zur Concentration des Lichts angebracht; dieselbe ist um das Gefäss drehbar

Fig. 1.



und verstellbar. Am Trägerarm kann man auch noch ein Sehloch einschneiden und ein Nicol mit Linse hinter dem Instrumente als Polarisator anbringen, so dass man (unter Hinzurechnung des später zu besprechenden Analysators) im polarisirten Lichte in gewissen Fällen arbeiten kann.

In den Tisch des Instrumentes passen drei verschiedene Systeme von Blenden, die Öffnungen von $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3^{mm} Durchmesser haben.

Die Blenden werden in die Tischöffnung eingesetzt und mit vorschlagbaren kleinen Klemmen gehalten; das Gleiche kann mit einer Glasplatte geschehen.

Das erste System ist so beschaffen, dass ein, auf einem Objectträger liegender Dünnschliff, der mit dem Objectträger aufgelegt wird, in die verticale Drehaxe kommt. Die Beobachtung geschieht von der vorderen, Theilungsseite, aus.

Bei dem zweiten System wird das auf dem Objectträger ruhende Praeparat auf die Blende gelegt und mit Klammern, die auf der vorderen Seite der Drehscheibe eingesteckt werden, gehalten. Die Beobachtung geschieht von der der Theilungsseite abgewandten Seite der Scheibe aus. Für diese Seite deckt die Plattenoberfläche die Drehaxe.

Das dritte System lässt dies Praeparat von der hinteren Seite der Blende her auf dieselbe auflegen und klemmen. Die Beobachtung geschieht von der vorderen, Theilungsseite, aus; hier können nur kleinere Praeparate, bez. Objectträger, Anwendung finden.

Im ersten Falle dient das Sehloch der Blende nur zur geraden Durchsicht; im zweiten und dritten aber zur Abblendung des Objects von anderen Theilen.

Bei den ersten 2 Anordnungen kann man mit Reflexion oder streifendem Einfall arbeiten, bei der letzten mehr mit Reflexion allein.

Will man ganz sicher gehen, so wende man in den Fällen, in denen das Licht durchgeht, nur den Schliff an, wenngleich es möglich erscheint, auch durch Glasplatte und Canadabalsam hindurch zu beobachten[1].

Beim Einstellen suche man (Reflexionsmethode) erst die Grenze auf der Glasseite, richte die Lampe und gehe auf die Krystallseite; die Grenze findet sich dann dort leicht.

Wichtig ist endlich, dass Alles, was an der Drehscheibe und in ihrer Umgebung, sowie am Objectträger reflectiren könnte, abgeblendet, bez. nicht reflectirend gemacht wird.

Der optische Theil ist so eingerichtet, dass man die schwachen Systeme eines Mikroskops und ebensolche Oculare anwenden kann. Man erhält dann bei passender Beleuchtung die reflectirende Fläche selbst zu sehen und auf ihr den einen Theil anders erhellt als den anderen. Man stellt so ein, dass die Grenze in die Mitte der Platte kommt.

Dies Verfahren ist bei den kleinsten Mineraltheilchen anzuwenden.

Ist das Theilchen grösser, so versieht man das Rohr mit einem Fernrohrobjectiv und fügt ein schwaches Ocular mit Irisblende ein. Man hat verschiedene Oculare, so mit dreifacher Vergrösserung, mit keiner Vergrösserung, mit zweifacher Verkleinerung.

Man sieht nunmehr natürlich mit dem auf Unendlich gestellten Fernrohr die Krystallplatte nicht, wohl aber die Grenzen der Totalreflexion und dies sowohl bei der Reflexionsmethode als, noch schärfer, bei der Methode mit streifendem Einfall. — Ein Nicol kann vor die Frontlinse des Oculars gebracht werden; es dient u. A. als Analysator und ist natürlich drehbar.

---

[1] Vergl. C. Pulfrich a. a. O. 1890, S. 66 u. f.

Als Lichtquelle benutze ich eine starke Natriumflamme oder einen Auerbrenner und stelle auf das Natriumgelb des Spectrums, was nahe am Roth gelegen ist, ein.

Die Flamme kann man im verdunkelten Zimmer weit vom Apparat weg halten, da man mit der Linse genügend Licht auf die Platte werfen kann. Mitunter empfiehlt es sich auch, einen mit Öl getränkten Papierschirm vor dem Apparat aufzustellen.

Am sichersten ist es zu beiden Seiten zu beobachten. Hat man aber die Glasplatte am Gefäss gehörig justirt und weiss man, dass die Glasscheibe bei der Nullstellung des Kreises und des Nonius der Glasplatte am Gefäss parallel geht, so genügt die Messung auf einer Seite.

Da der Apparat mehr zur Erkennung von Mineralien nach vorher bestimmten Brechungsexponenten derselben dienen soll, so wird es genügen, wenn man die zweite Decimalstelle genau erhält und die dritte mit nicht zu erheblichen Fehlern behaftet ist.

Die Theilung am Instrument lässt mit Nonius 5 Minuten ablesen und Bruchtheile schätzen. Im Bedürfnissfalle könnte sie leicht verfeinert werden.

Als Flüssigkeiten können nicht viele in Betracht kommen. Da grosse Dünnschliffe untersucht werden sollen, so sind auch die Auflageflächen der Scheiben gross. — Als beste Flüssigkeit hat sich bis jetzt immer noch der Schwefelkohlenstoff erwiesen[1]. Man kann ihn sehr klar und fast ohne Geruch erhalten. Allerdings verdunstet er stark und ändert sein Brechungsvermögen in der Wärme. Man muss daher das Gefäss mit einem leichten und mit der Scheibe drehbaren Metalldeckel abschliessen, der die einzutauchenden Theile grade einlässt. Die Lichtquelle kann durch weites Abrücken vom Instrument bezüglich ihrer Wärmestrahlen weniger schädlich gemacht werden; die Lichtstrahlen selbst kann man eine Alaunplatte vor dem Eintritt in den Apparat passiren lassen.

Um unnöthiges Hin- und Herprobiren bezüglich der Stellung der Lichtquelle zu vermeiden, empfiehlt es sich, in Anbetracht des Brechungsexponenten N der Flüssigkeit und des ungefähr vorher ermittelten, mittleren Brechungsexponenten n des Krystalls[2] nach der Formel

$$\sin\varphi = \frac{n}{N}$$

sich den gebrauchten Winkel 2φ oder $(\varphi + 90°)$ für die Lampenstellung

[1] Auch Monobromnaphtalin und Methylenjodid kann man verwenden. Letzteres ist in Anbetracht der grossen Menge, die man verwenden muss, theuer. Beide greifen die Metalltheile etwas an und trüben sich dadurch.

[2] Über solche Ermittelungen werden spätere Betrachtungen handeln.

gegen das Fernrohr ganz roh vorher zu bestimmen. — Man beachte dabei auch, dass sehr nahe gleiche n und N sehr grosse Winkel 2φ ergeben.

Ein mehr Neuermittelungen dienendes Instrument stellt die folgende Disposition dar.

2. Beobachtungsinstrument nach dem Principe von ABBE-CZAPSKI.

Auf dem graduirten Tische eines Mikroskops ist die Totalreflexionsvorrichtung befestigt und durch Schrauben justirt, am Ständer des Mikroskops sitzen Theilkreis und Fernrohr, beide mit einander verbunden und um eine horizontale Axe, Fig. 2, drehbar an. (In dieser Figur sind die Nebentheile, wie Loupe am Kreis, Verdunkelungsschirm an der Halbkugel, Stifte am Drehtisch u. s. w. weggelassen.)

Fig. 2.



Das Mikroskop hat den Zweck, zu sehen, ob der Schliff mit der Halbkugel in allen Theilen Contact hat. Dann soll es erkennen lassen, wann beim Tischdrehen die Auslöschungen in den Mineraltheilen stattfinden, ob eine Fläche senkrecht zu einer optischen Axe eines zweiaxigen oder zu der optischen Axe eines einaxigen Minerals ist und welcher Art die Elasticitätsverhältnisse in der Platte sind. Zu diesem Behufe besitzt das Mikroskop ein einschiebbares Nicol als Analysator und einen Schlitz über dem Objectiv für ein Gypsblättchen, sodann ein unteres Nicol als Polarisator, orientirt auf- und abstellbar eingerichtet. Die Säule, welche die Halbkugel trägt, ist hohl und diese selbst unten plan angeschliffen, parallel der oberen Fläche. Halbkugel und Säule können vermittelst des Mikroskop-

tisches um eine verticale Axe gedreht werden. Das Fadenkreuz des Mikroskops beobachtet genau die Orientirungen vorn hinten, rechts links. Der eine Faden liegt mit der optischen Axe des Fernrohrs in einer Ebene.

Grössere Complicationen sind dem Mikroskope mit Absicht nicht gegeben worden. Es sollen die Beobachtungen auf Axenaustritt, ob eine Fläche zwei oder einer Elasticitätsaxe parallel gehe, vorher an einem besonderen, vollkommenen Instrument, das mit einem Drehapparat für Dünnschliffe versehen ist, gemacht werden.

Was die übrigen Theile des Apparats anlangt, so ist die Halbkugel (Durchm. 40^{mm}) aus stark brechendem Glase $n_D = 1.8913$ angefertigt. Da von den gebrauchsfähigen[1] Verbindungsflüssigkeiten das Baryumquecksilberjodid mit $n_D = 1.7928$ den zur Zeit erreichbar höchsten Werth hat, so ist ein grosses Intervall mit dem Brechungsexponenten der Halbkugel vorhanden; hoffentlich bekommt man bald eine höher brechende, gebrauchsfähige Flüssigkeit.

Die Ablesung am Kreis geht vermittelst des Nonius auf eine Minute. Dem Fernrohr[2] können 2malige Vergrösserung, keine Vergrösserung und $1\frac{1}{2}$fache Verkleinerung durch Änderung der Oculare gegeben werden. Ein Nicol ist aufzuschieben, oder vor das Ocular zu halten, ein totalreflectirendes Prisma bringt das Bild in eine es bequem zu betrachtende Lage[3]. — Das Fernrohr muss soweit heruntergedreht werden können, um den Brechungsexponenten des Glases der Halbkugel gegen Luft ermitteln zu können. Der betreffende Winkel ist $31° 55' 10''$; geht man bis dahin (bez. wegen anderer Umstände etwa auf $31°$), so hat man die Möglichkeit, alle vorkommenden Brechungsexponenten bestimmen zu können und zwar von > 1 bis < 1.89.

a. Methode mit streifendem Einfall.

Der Dünnschliff wird mit einer Verbindungsflüssigkeit von einem Brechungsexponenten, der zwischen dem des Glases der Halbkugel und dem des Krystalls steht, aufgelegt.

Entweder bewirkt man dies mit dem isolirten Schliff als solchem, oder man lässt ihn auf dem Objectträger und wendet das Glas nach

[1] Ich rechne einige höher brechende Verbindungen, die leicht entzündlich, flüchtig oder giftig sind, hier nicht mit.

[2] Das Objectiv desselben ist mit Rücksicht auf den Strahlengang der Kugel nach dem Vorgange von Czapski corrigirt. Zeitschr. für Instrumentenkunde 1890 S. 248 (Sep.-Abdr. S. 3).

[3] Nach gefälligen brieflichen Mittheilungen des Hrn. Dr. C. Pulfrich vom 21. Mai 1898 bringt derselbe im Augenkreis vor der hinteren Frontlinse des Oculars Blenden verschiedener Grösse an. Dieselben wirken wie eine Abblendung des Objectes selbst, so dass man sich diese ersparen kann. Wenn sich das Verfahren bei Dünnschliffen bewährt, so würde es eine wichtige Verbesserung sein.

oben. Dann müssen Glas, Canadabalsam, Mineral, Verbindungsflüssigkeit und Halbkugel in aufsteigender Reihe der Brechungsexponenten stehen und die einzelnen Schichten müssen planparallel sein[1]. Hat man z. B. ein Mineral von niedrigerem Brechungsexponenten als Canadabalsam von 1.54, z. B. Orthoklas mit $n = 1.523$ zu untersuchen, so muss man die Verbindung mit einer Substanz herstellen, die über Glas 1.51 und unter Orthoklas 1.523 ist, also z. B. ein Canadabalsam-Glyceringemisch wählen.

Das Praeparat, was untersucht werden soll, wird auf die Halbkugel centrisch aufgelegt und diese Stellung mit dem Mikroskop controllirt. Alsdann legt man entweder auf das Praeparat eine sehr dünne dunkele Blende mit Sehloch und lässt das Licht vermittelst einer Linse streifend und etwas von oben her auf die Platte fallen, oder man legt auf die Oberfläche der Halbkugel Scheiben von demselben Glase, die planparallel, unten glatt und oben, bis auf ein Sehloch, matt sind, und bringt auf diese Platten den Schliff auf, selbstverständlich so, dass der Krystall im Gestein, den man untersuchen will, mit einer passenden Verbindungsflüssigkeit auf den polirten Theil des Abblendeglases kommt.

Man kann auch alle Schliffttheile, mit Ausnahme der zu untersuchenden, mit Tusche schwärzen, sofern die Verbindungsflüssigkeiten diese Operation nicht zerstören. Liegen die zu untersuchenden Partieen etwas von einander entfernt, so stelle man eine Partie centrisch ein und beobachte; die anderen werden dann wenig stören, eventuell bedecke man sie[2].

Als Lichtquelle nimmt man eine starke Natriumflamme oder, vielleicht noch besser, die aus zwei AMICI'schen Prismen bestehende Vorrichtung, die mit Tageslicht oder einer Auerlampe ein Licht wie ein einheitliches Na-Licht gibt[3], oder die Auerlampe selbst. Die letztere liefert dann ein Spectrum, bei dem man, wenn es nicht auf die grösste Genauigkeit ankommt, auf die Grenze Gelb-Roth einstellen kann. Ganz untauglich wegen der Lichtschwächung sind die Strahlenfilter, gefärbte Gläser oder gefärbte und mit einander zu combinirende Gelatineplatten.

Da, wenn man obere Blenden anwendet, dieselben sehr dünn sein müssen (geschwärztes dünnes Glas ist manchmal noch besser als dünnes Metall), so tritt das Licht fast vollkommen streifend ein[4], und man

---

[1] Vergl. PULFRICH, a. a. O. 1890 S. 66.

[2] Für den Fall, dass das oben erwähnte Verfahren des Hrn. PULFRICH sich auf Dünnschliffe anwendbar erweist, kann man natürlich Vieles von den erwähnten Abblendungsverfahren aufgeben.

[3] Diesen Vorschlag machte schon Hr. WALLERANT 1897 l. c. p. 246.

[4] Kleine Abweichungen vom streifenden Einfall verändern den Effect nicht merklich, vergl. PULFRICH 1890 a. a. O. S. 2–6. Im Nothfalle muss man die Umgebung des Krystalls auf der Schlifffläche schwärzen.

geniesst den Vortheil eines halb dunkelen, halb hellen Gesichtsfeldes. Auch auf die Gestalt des Objectträgers kommt es dabei an, am vortheilhaftesten sind für die Beobachtungen runde, doch geht es auch mit quadratischen; längere, rechteckige wirken am ungünstigsten, wenn die lange Seite im Gange der Strahlen steht. Es kommt nicht nur das Licht, was in der Grenzschicht läuft, sondern stets noch das mit in Betracht, was durch den Objectträger passirt. Alles sonstige störende Seitenlicht ist abzublenden.

Um den Einfluss der Temperatur zu eliminiren, beobachte man neben den Ablesungen der Grenzen für den Krystall, auch von Zeit zu Zeit die für das Glas selbst, wenn der Brechungsexponent desselben für eine oder mehrere Farben bei einer oder mehreren Temperaturen nicht vorher vermittelst der Methode der prismatischen Ablenkung bestimmt worden ist. Die eventuellen Änderungen der Brechungsexponenten des Glaskörpers N kann man bei der Berechnung von n nach $\sin \varphi . N = n$ in Betracht ziehen.

Zu einem besonderen Zwecke ist auch von H. Leiss die Einrichtung gemacht worden, die in Fig. 2 auf der Halbkugel abgebildet ist, nämlich in die Halbkugel, hier vom Brechungsverhältniss 1.7, eine halbkugelförmige Höhlung zu bohren, dieselbe mit einer dickflüssigen Substanz gleichen Brechungsverhältnisses: Naphtylphenyl-aceton-dibromat, $n = 1.7$, nachdem die Blende aufgelegt ist, zu füllen[1] und danach die Schliffläche aufzuschieben.

Es ist zu erwarten[2], dass dann zunächst alle Substanzen bis $n = 1.7$ untersucht werden können und dabei die Politur des Glases der Halbkugel nicht unnöthig abgenutzt wird.

b. Methode mit Totalreflexion.

Das Instrument muss durch einen Hohlspiegel Licht von unten erhalten.

Das Praeparat kann stets auf dem Objectträger bleiben und wird auf die Abblendeglasplatte mit hellem centralem Sehloch aufgelegt. — Gelegentlich kann man auch die nicht zu untersuchenden Partien schwärzen, sofern die anzuwendenden Verbindungsflüssigkeiten dies erlauben.

Das Verfahren ist sonst das Bekannte.

Bei allen Operationen, sofern doppelbrechende Körper vorliegen, versichere man sich der 2 Auslöschungsrichtungen auf der Platte, behandele im Drehapparat und schliesse auf die Lage.

[1] Dieses Einfüllen muss mit einer Pipette erfolgen und das Bilden von Luftblasen möglichst vermieden werden. Zu dem Ende darf nicht zu viel eingefüllt werden.

[2] Entscheidende Versuche war ich bis jetzt nicht in der Lage hierüber anstellen zu können, da ich mir die obige Substanz nicht in tauglichem Zustande verschaffen konnte.

Vielfach wird man in den durch die Einschnitte der Hauptschnitte gegebenen Richtungen — oder zum Theil auch senkrecht dazu — drehen können. Im allgemeinen Fall muss man das Entstehen der zwei Curven hervorbringen und unabhängig von den wechselnden Polarisationsverhältnissen und Lagen derselben gegen die Einfallsebene ihre 2 Maximal- und 2 Minimalwerthe bestimmen[1].

II. Methode der Bestimmung der Gemengtheile eines Dünnschliffs auf Grund ihrer verschiedenen Brechungsexponenten, anschaulich gemacht durch die Methode der Totalreflexion[2].

Es ist bekannt, dass ein Krystall, der eine angeschliffene ebene Fläche besitzt, nur einem Medium stärkeren, aber nicht einem Medium schwächeren Brechungsverhältnisses gegenüber eine Grenze der Totalreflexion gibt.

Hierauf lässt sich eine wichtige Methode der Unterscheidung in zweifelhaften Fällen gründen.

Von solchen Fällen führe ich eine Anzahl vor und gebe die mittleren und daneben — in Klammern — die höchsten Brechungsexponenten der Körper, endlich das Medium zur Untersuchung an.

1.	Sanidin	$n = 1.523$ (526)	Aethylenbromid $n = 1.5381$
	Nephelin	$n = 1.543$ (547)	
2.	Nephelin	$n = 1.543$ (547)	Anisöl $n = 1.55$
	Apatit	$n = 1.637$ (638)	
3.	Enstatit	$n = 1.660$ (665)	Thoulet'sche Lösung[3] $n = 1.6768$ Spec. Gew. 2.9
	Hypersthen	$n = 1.700$ (705)	

[1] Liegen Krystalle in Grundmasse, so gibt diese, da sie wenig oder nicht reflectirt, ein gutes Abblendemittel. — Haben Krystalle, wie Feldspathe, in einem sonst einheitlichen Feld wenige und schmale Zwillingslamellen, so stören diese aus denselben Gründen auch nicht. Zwei unsymmetrisch zur Zwillingsgrenze auslöschende Lamellen können, nach einander zur Beobachtung gebracht, schon das erwünschte Resultat geben.

[2] Unentbehrliche Hülfsmittel sind hierbei: die physikalisch-chemischen Tabellen von H. Landolt 1894, die Tabellen zur mikr. Mineralbest. von H. Rosenbusch 1888, die »Tableaux des Minéraux de Roches« von A. Michel-Lévy und A. Lacroix 1889. — Hat man viel mit diesen Dingen zu thun und kommt es auf genaue Bestimmung der Brechungsexponenten von Flüssigkeiten an, so ist ein Refractometer von C. Zeiss in Jena unentbehrlich. Man kann damit n von 1.3—1.7 bestimmen. Das Instrument arbeitet vorzüglich.

[3] Phosphortribromid $n = 1.6866$ ist ein Körper, mit dem man, seiner unangenehmen Eigenschaften wegen, nicht arbeiten kann.

4.	Hypersthen	$n = 1.700$ (705)	THOULET'sche Lösung $n = 1.7145$ Spec. Gew. 3.1
	Augit	$n = 1.720$ (733)	
5.	Olivin	$n = 1.679$ (697)	D. KLEIN'sche Lösung $n = 1.7$
	Augit	$n = 1.720$ (733)	

Es wären ferner an dieser Stelle Leucit und Analcim, schliesslich — und nicht am unwichtigsten — die Plagioklase zu erwähnen. Hier müsste man mit besonders abgestimmter THOULET'scher Lösung arbeiten, die Dank der GOLDSCHMIDT'schen Untersuchungen[1] für jeden Fall gut herstellbar, aber vor dem Gebrauch auch nochmals mit dem Flüssigkeitsrefractometer zu controlliren ist.

Es handelt sich dabei um:

1.	Albit	$n = 1.535$ (540)	THOULET'sche Lösung Spec. Gew. 2.15 $n = 1.536$
	Oligoklas	$n = 1.538$ (542)	
2.	Oligoklas	$n = 1.538$ (542)	THOULET'sche Lösung Spec. Gew. 2.2 $n = 1.5457$
	Andesin	$n = 1.553$ (556)	
3.	Andesin	$n = 1.553$ (556)	THOULET'sche Lösung Spec. Gew. 2.27 $n = 1.557$
	Labrador	$n = 1.558$ (562)	
4.	Labrador	$n = 1.558$ (562)	THOULET'sche Lösung Spec. Gew. 2.3 $n = 1.5645$
	Anorthit	$n = 1.566$ (586)	

Aus einem Vergleich der ersten Gruppe mit der zweiten ersieht man, dass dort mit der in Rede stehenden Methode sich die Unterschiede leichter feststellen lassen als hier und dass man im Falle der Feldspathe eher zur directen Bestimmung der Brechungsexponenten greifen wird.

Hätte man nun ein isolirtes Mineral vor, so wäre die Untersuchung leicht im Drehapparat, Fig. 1, zu bewerkstelligen, wenn man an den Stift der Drehscheibe (links oben) desselben den Krystall, in ein cylindrisches Flüssigkeitsgefäss eingetaucht und mit demselben drehbar befestigt, anbringen würde; so handelt es sich aber um kleine Mineralpartieen in Dünnschliffen.

---

[1] V. GOLDSCHMIDT, N. Jahrb. f. Mineralogie u. s. w. 1881 Beilage Bd. I S. 179 u. f.

Dabei ist der Drehapparat, Fig. 1, nicht ohne Weiteres anzuwenden, da derselbe zu viel Flüssigkeit gebraucht und die Flüssigkeiten unter Umständen die Metallscheiben angreifen. Es müsste dann schon ein kleineres, nur für das Umdrehen des Schliffs genügendes Gefäss genommen werden und der Schliff an eine Axe geklemmt und in das Gefäss gesenkt werden. Vermittelst der Drehaxe könnte man dann die Totalreflexion, bez. ihr Nichterscheinen, einleiten und constatiren.

Man bediene sich daher des Apparates, Fig. 2, und bringe auf die Halbkugel (eventuell auf die mit der Höhlung) die Probeflüssigkeit als Verbindungsschicht zwischen Krystall und Glas (bez. Flüssigkeit in der Höhlung) auf. Wird dann der Schliff oben mit der Blende bedeckt und wie gewöhnlich verfahren, so sieht man, ob die Krystallfläche die Bildung einer Grenze zulässt oder nicht und entscheidet danach.

Lässt man den Objectträger auf dem Krystall, so hat man die Grenzen von Glas und Canadabalsam oder dem an dessen Stelle tretenden verbindenden Mittel[1] zu bemerken und sich nicht durch dieselben täuschen zu lassen.

Man sieht, dass mit den hier geschilderten Beobachtungsweisen Vieles untersucht und ermittelt werden kann, was früher schwer oder nicht zu ermitteln war.

Dem bewährten Gange petrographischer Untersuchungsmethoden, der in optischer Hinsicht durch die Arbeiten von ROSENBUSCH, TSCHERMAK und ZIRKEL eingeleitet worden ist, dem die Methoden von BECKE, BERTRAND, V. FEDOROW, FOUQUÉ, MICHEL LÉVY, MALLARD, VIOLA, WALLERANT u. A. Vervollkommnung verschafft und tieferes Eindringen ermöglicht haben, soll sich das hier Gebotene anschliessen. Möge es zur Förderung der Wissenschaft beitragen!

[1] Würde z. B. ein Sanidin geprüft, so dürfte man nicht Glas ($n = 1.5$), Canadabalsam (1.54) und Sanidin ($n = 1.523$) nehmen, sondern müsste den Canadabalsam durch ein anderes Mittel ($n < 1.523$), z. B. ein Canadabalsam-Glyceringemisch, ersetzen.

Über Ornithophilie in der chilenischen Flora.

Von Dr. Friedrich Johow
in Santiago (Chile).

(Vorgelegt von Hrn. Schwendener.)

Dass die in allen americanischen Ländern verbreiteten Kolibris oder Schwirrvögel die Blüthen einer sehr grossen Zahl von Pflanzen besuchen und aus denselben Nahrung entnehmen, indem sie mit zitternder Flügelbewegung frei in der Luft schweben, ist Jedermann bekannt und auch in Chile leicht zu beobachten. Diese Thatsache berechtigt aber an sich ebenso wenig, auf das häufige Vorkommen ornithophiler, d. h. an bestäubungsvermittelnde Vögel angepasster Pflanzenarten zu schliessen, wie sie die Richtigkeit der oft aufgestellten Behauptung beweisen kann, dass die Kolibris sich von Blumenhonig nähren[1].

Wie mehrfach ausgeführte Untersuchungen des Mageninhaltes von Trochiliden dargethan haben, besteht die Nahrung dieser Vögel ausschliesslich aus Kerbthieren, besonders Fliegen und kleinen Käfern, die sie theils in der Luft fangen, theils von den Blättern und Blüthen absuchen. Die Mehrzahl der von den Kolibris umschwirrten Blüthen zeigt durch den Besitz von Farbe und Duft, viele auch durch besondere Formverhältnisse deutlich an, dass sie an Insecten als Agenten der Bestäubung angepasst sind; manche sind sogar unzweifelhaft windblüthig und werden von den Vögeln nur besucht, weil sich pollenfressende Käfer auf ihnen vorfinden.

Dass es sehr verfehlt sein kann, in dem häufig oder selbst regelmässig erfolgenden Kolibribesuch einen Beweis für Ornithophilie zu erblicken, geht unter Anderem daraus hervor, dass in den mittleren Provinzen Chiles und auf Juan Fernandez der von den Kolibris am meisten begünstigte Baum *Eucalyptus globulus* ist, eine erst vor wenigen Jahrzehnten eingeführte Species, in deren Vaterland Australien es überhaupt keine Trochiliden giebt und welche folglich an dieselben auch nicht angepasst sein kann. So gross ist die Anziehungskraft der Blüthen

[1] Vergl. z. B. J. Wiesner, Biologie der Pflanzen, Wien 1889, S. 156, und viele Handbücher der Zoologie.

des genannten Baumes auf die chilenischen *Trochilus-* und *Eustephanus-*Arten, dass man während der Monate Juli und August (der Hauptblüthezeit des Baumes) die inmitten der Hauptstadt Santiago befindlichen Eukalypten von Hunderten von Kolibris umschwärmt sehen kann und dass es zur selben Zeit auf der Insel Masatierra fast unmöglich ist, den daselbst endemischen *Eustephanus fernandensis* an anderen Orten aufzufinden als bei einer kleinen Gruppe von *Eucalyptus*-Bäumen, welche in der Nähe der Niederlassung San Juan Bautista angepflanzt ist[1].

Aber auch bezüglich der in America und auf den benachbarten Inseln, wo Kolibris vorkommen, einheimischen Gewächse ist grosse Vorsicht bei der Beurtheilung ihrer Beziehungen zu diesen Vögeln geboten. So habe ich mich z. B. von der Irrigkeit der zuerst von Wallace[2] aufgestellten, später von zahlreichen Autoren[3] wiederholten Hypothese überzeugen können, dass die endemische Pflanzenwelt von Juan Fernandez zum grossen Theil an die dortigen Kolibris angepasst sei. Wallace gründet seine Ansicht bekanntlich einerseits auf die Thatsache, dass der genannte Archipel im Gegensatz zu anderen oceanischen Inseln eine verhältnissmässig bedeutende Menge grossblüthiger Pflanzen aufweist, andererseits auf die Voraussetzung, dass daselbst, wie auf anderen Inseln, die Insecten spärlich vertreten seien, während sich die Kolibris, was Individuenzahl betrifft, sehr reichlich vorfänden. Nun habe ich aber in meinem Buche über die Flora der Juan Fernandez-Gruppe[4] gezeigt, dass die Insectenarmuth derselben keineswegs so gross ist, wie Wallace angenommen hat und wie er gar nicht annehmen durfte, da er wissen musste, dass die Kolibris, von denen er selbst sagt, dass sie reichlich vorhanden seien, sich von Insecten nähren. Es ist richtig, dass die Kolibris auf Juan Fernandez ebenso wie auf dem americanischen Festlande die Blüthen vieler Pflanzenarten besuchen und dass einige dieser Blüthen (z. B. die von *Rhaphithamnus longiflorus*) eine solche Structur besitzen, dass sie von den Kolibris bestäubt werden können und in der That gelegentlich bestäubt werden. Eine ausgesprochene Ornithophilie, d. h. Anpassung an diese Vögel, habe ich aber bei keiner einzigen Pflanze der Inselgruppe constatiren

[1] Es ist mir leider nicht zweifelhaft, dass die hierdurch gegebene Erleichterung der Jagd auf den von Sammlern vielbegehrten, im Handel hoch im Preise stehenden *Eustephanus fernandensis* in absehbarer Zeit zu einer gänzlichen Ausrottung dieser interessanten Species führen wird.

[2] A. R. Wallace, Die Tropenwelt, nebst Abhandlungen verwandten Inhalts, übersetzt von Brauns, Braunschweig 1879. S. 287.

[3] U. A. auch von A. F. W. Schimper in seiner Arbeit »Über die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika«, Jena 1888, S. 5.

[4] Federico Johow, Estudios sobre la Flora de las Islas de Juan Fernandez, Santiago de Chile, 1896, p. 254 und 255.

können, und vor Allem muss ich auch der durch keinerlei Beobachtung gestützten Hypothese des Naturforschers der Challenger-Expedition[1] entgegentreten, dass die europäischen Obstbäume auf Juan Fernandez ornithophil geworden seien. Ich muss übrigens bemerken, dass fast alle Pflanzenarten von Masatierra und Masafuera, mögen sie einheimisch sein oder nicht, eine ganz auffallend geringe Production von Samen aufweisen, eine Thatsache, die zum Theil auf klimatischen Ursachen beruht[2], zum Theil sich aus der Seltenheit für die Bestäubung geeigneter, d. h. an die dortige Pflanzenwelt vollkommen angepasster Insecten erklären dürfte, welche aber jedenfalls nicht zu Gunsten der Wallace'schen Ansicht angezogen werden kann.

Die Zahl der mit Sicherheit als vogelblüthig erkannten Pflanzen Americas ist überhaupt eine viel geringere, als man nach den Angaben vieler Handbücher vermuthen sollte[3]. Ja, ich glaube nicht zu weit zu gehen, wenn ich als hinreichend festgestellt nur diejenigen Fälle ansehe, welche der jüngst in Brasilien verstorbene Naturforscher Fritz Müller[4] beschrieben hat und welche sich sämmtlich auf Pflanzen der brasilianischen Flora beziehen. Die Richtigkeit der so häufig citirten Beobachtungen Belt's[5] über die Bestäubung von *Marcgravia nepenthoides* in Nicaragua durch Kolibris glaube ich anzweifeln zu müssen, da die dieser Art ganz ähnlich gebauten *Marcgravia*- und *Norantea*-Arten von Trinidad und Dominica nach meinen eigenen Wahrnehmungen nicht ornithophil sind. Auch der kaum minder häufig citirte und abgebildete[6] Fall von *Solandra* scheint mir einer erneuten Untersuchung bedürftig zu sein, da die Blüthencharaktere dieser Pflanze a priori auf Bestäubung durch Falter schliessen lassen. Dass, wie Ludwig[7], gestützt auf mir nicht bekannte Quellen, angiebt, *Impatiens fulva*, *Hibiscus lasiocarpus*, *Lobelia cardinalis* und eine Reihe anderer Blumen Nord-Americas, welche von dem einzigen daselbst vorkommenden Kolibri, *Trochilus colubris*, eifrig besucht werden, ornithophil seien, ist möglich, aber aus der Thatsache des Kolibribesuches allein nicht zu entnehmen. Was aber *Strelitzia reginae* anbetrifft, welche nach A. Wagner[8] an Kolibris angepasst sein soll, so mag die Bemerkung genügen, dass genannte

[1] H. N. Moseley in W. B. Hemsley, Report on the botany of Juan Fernandez and Masafuera, Report on the scientific results of the voyage of H. M. S. Challenger. London 1885, Bot. vol. I, part III, p. 10.

[2] Siehe meine citirte Arbeit, S. 257.

[3] Vergl. u. A. Brehm's Thierleben, Ausg. 1867, Bd. IV, S. 113 ff., und F. Ludwig, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen, Stuttgart 1895, S. 485.

[4] Botanische Zeitung 1870, S. 275; Kosmos 1886, Bd. I, S. 93, und a. a. O.

[5] The naturalist in Nicaragua, London 1874.

[6] Z. B. bei Wiesner, Biologie, S. 155.

[7] A. a. O. S. 486.

[8] Ber. d. Deutschen Botan. Ges. XII, 1884, S. 53 ff.

Art gar nicht America, sondern Süd-Africa zur Heimat hat, also ein Land, wo die Familie der Trochiliden ebenso wenig wie in Australien vertreten ist.

Für einige, als vogelblüthig beschriebene Pflanzen wird übrigens angegeben, dass nicht Kolibris, sondern andere Vögel als Agenten der Bestäubung fungiren. So sollen nach FR. MÜLLER[1] in Süd-Brasilien die grossen Blumen von *Carolinea* mit ungeheuer langen Staubfäden von Spechten befruchtet werden, während bei *Feijoa*, einem Baum aus der Familie der Myrtaceen, es *Thamnophilus*-Arten (Eriodoriden) sind, die den Blüthenstaub übertragen[2]. Auch den Honigvögeln (Cinnyriden) wird vielfach die Rolle von Kreuzungsvermittlern beigemessen, ohne dass jedoch Beweise für eine solche Annahme beigebracht zu werden pflegen[3].

Als besondere Kennzeichen der Ornithophilie gelten manchen Schriftstellern aussergewöhnliche Grösse der Blüthen und brennende, besonders scharlachrothe Farbe derselben. Diese Ansicht ist jedoch nicht allein mit der Thatsache im Widerspruch, dass die Kolibris auch sehr kleine und unscheinbare Blüthen reichlich besuchen, sondern sie trägt auch von vorn herein das Gepräge der Unwahrscheinlichkeit an sich, da bekanntlich die Vögel fast durchgehends mit einem ausgezeichneten, demjenigen der Insecten sicherlich überlegenen Gesichtssinn begabt sind.

In dem am sichersten nachgewiesenen Fall von Ornithophilie, nämlich bei *Feijoa*, wird den die Bestäubung vermittelnden Vögeln eine besondere Lockspeise in den fleischigen, süssen und omeletteartig zu je einem bequemen Bissen zusammengerollten Blumenblättern dargeboten[4]. Hier haben wir einen Charakter, welcher deutlich und ausschliesslich auf Anpassung an Vögel hinweist, nicht wie die Augenfälligkeit der Blüthen ebenso gut oder besser auf Insectenanlockung bezogen werden kann.

Ich werde nun im Folgenden über eine Pflanze der chilenischen Flora berichten, welche nicht durch eine, sondern durch zahlreiche Eigenthümlichkeiten ihrer Blüthen und Blüthenstände sich als aus-

[1] Citirt nach HERM. MÜLLER in SCHENCK's Handb. d. Bot., Bd. I, S. 17.

[2] FRITZ MÜLLER, Kosmos, a. a. O.

[3] Als sichergestellt kann die Anpassung von *Melianthus* in Süd-Africa an Honigvögel gelten. Vergl. ENGLER-PRANTL, Natürl. Pflanzenfam., Lief. 128, S. 378. — Auch die WAGNER'sche Annahme betreffs der Ornithophilie von *Strelitzia* ist vielleicht nicht unrichtig, wenn sie dahin corrigirt wird, dass Honigvögel anstatt Kolibris als Bestäuber vorausgesetzt werden.

[4] FRITZ MÜLLER, a. a. O.

gesprochen ornithophil erweist und deren Bestäubung durch Vögel ich im September vorigen Jahres an unzähligen Exemplaren unmittelbar zu beobachten Gelegenheit hatte. Diese Pflanze ist *Puya chilensis* Mol. (*P. coarctata* Fisch.), die unter dem Namen Cardon bekannte, riesige Erd-Bromeliacee, welche besonders an der Küste (von Caldera bis Concepción herab) in grossen Mengen vorkommt und zusammen mit dem grossen Säulencactus (*Cereus quisco*) der Landschaft jener Gegenden einen so eigenartigen Charakter verleiht.

Da der Habitus der Art in den meisten europäischen Werken[1] sehr schlecht beschrieben und noch schlechter abgebildet ist, schicke ich zur Orientirung des Lesers voraus, dass der schenkeldicke Stamm sich niemals senkrecht erhebt, sondern schlangenartig gekrümmt und mehrfach verzweigt auf dem Erdboden ausbreitet, dass seine Oberflächen mit grossen, schuppenförmigen, in Folge von Feuer häufig verkohlten oder durch die Sonne gebräunten Blattresten bedeckt sind und dass jeder Ast an seiner Spitze eine ungeheuere Rosette von wohl über hundert starren, schwertförmigen und am Rande dornig gezähnten Blättern trägt, deren jedes eine Länge von etwa einem Meter bei einer mittleren Breite von drei bis vier Centimetern aufweist. Aus der Mitte einer der stärkeren Blattrosetten schiesst bei vorgerücktem Alter der Pflanze zu Beginn des Frühjahrs (im September) ein mächtiger Blüthenstand empor, welcher einschliesslich seines armdicken Stieles bis drei Meter an Höhe erreicht und eine einfach zusammengesetzte Ähre von cylindrischer Gestalt und dem Umfang eines menschlichen Körpers darstellt. Jeder der seitlichen, schwach nach aufwärts gerichteten Zweige des Blüthenstandes, deren Zahl sich auf sechzig bis achtzig beläuft, trägt an seiner Basis ungefähr ein Dutzend kurz gestielter Blüthen bez. Blüthenknospen, deren Entwickelung langsam von innen nach aussen fortschreitet, so zwar, dass stets vier bis fünf an einem Theilblüthenstand gleichzeitig geöffnet sind und die Anthese der Gesammtinflorescenz sich auf mehrere Wochen vertheilt. Sämmtliche Blüthen sind gleich ihren Abstammungsaxen ein wenig nach oben gerichtet und kehren ihre Öffnung der Peripherie des Blüthenstandes zu. Oberhalb des die Blüthen tragenden Theiles, in $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ ihrer Gesammtlänge, sind die Zweige steril, d. h. nur mit Hochblättern besetzt, welche keine Knospen in ihrer Achsel erzeugen. Es ragen also an jeder Inflorescenz sechzig bis achtzig nackter Zweigenden in die Luft hinaus, welche auf den ersten Blick jeder Bedeutung zu entbehren scheinen.

---

[1] Siehe z. B. die ganz verfehlte Abbildung in Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam., Lief. 17, S. 52.

Die einzelne Blüthe von *Puya chilensis* hat eine durchschnittliche Länge von vier und eine Dicke von etwa zwei Centimetern. Ihre im Querschnitt dreieckige, am Rande glockenförmig nach aussen gebogene Blumenkrone ist von grünlich-gelber Farbe, geruchlos und aus drei freien Blumenblättern in gedrehter Knospenlage gebildet, die mit überstehenden Rändern so fest an einander schliessen, dass das Ausfliessen des massenhaft vorhandenen Nektars verhindert wird. Die drei grünen Kelchblätter sind halb so lang als die Blumenkrone, die sechs Staubblätter etwas kürzer als letztere und von gleicher Länge wie der Griffel, der in eine dreilappige Narbe endet. Beiderlei Geschlechtsorgane sind nach oben zurückgebogen und lassen daher einen weiten Zugang zum Blüthengrunde frei. Eine schwache Proterandrie, verbunden mit geringer Stellungsänderung der Narbe und der Antheren dergestalt, dass in den jungen Blüthen die letzteren, in den älteren die erstere mehr nach unten geneigt sind, erschwert die Selbstbefruchtung, ohne sie gänzlich zu verhindern, und erleichtert die Fremdbestäubung durch Körper, welche durch den erwähnten Zugang nach einander in verschiedene Blüthen eingeführt werden. Der Pollen ist von sehr klebriger Beschaffenheit und tiefgelber Farbe, das einzelne Korn gross, von länglich-ellipsoidischer Gestalt, an einer Seite eingefaltet und mit Ausnahme dieses letzteren Theiles an seiner ganzen Oberfläche mit einem feinen Netzwerk von Verdickungsleisten versehen.

Im Grunde der geöffneten Blüthe findet sich ein grosser Tropfen einer wasserhellen Flüssigkeit, die von den mit langen Schlitzen sich öffnenden Septaldrüsen des oberständigen Fruchtknotens abgesondert wird, mithin dem Nectar anderer monokotyler Pflanzen homolog zu erachten ist, ihres sehr geringen Zuckergehaltes wegen indessen kaum den Namen Honig verdient. Die Menge der in jeder Blüthe enthaltenen Flüssigkeit beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}^{gr}$; es ist daher nicht schwer, $\frac{1}{4}$ Liter derselben an einer einzigen Inflorescenz zu sammeln, und man wird begreifen, dass aus einer solchen, die man künstlich zur Seite neigt, sich ein förmlicher Regen von Nektar zu Boden ergiesst. Die Ausscheidung der in Rede stehenden Flüssigkeit findet hauptsächlich oder ausschliesslich des Nachts statt, und da eine beträchtliche Menge Wasser bei Tage wieder verdunstet, ist der Nektarreichthum der Blüthen während der Morgenstunden am grössten.

Was nun die Bestäubungseinrichtung unserer Pflanze anbetrifft, so ist aus vorstehender Beschreibung zunächst ersichtlich, dass jedenfalls der Wind nicht als Überträger des Pollens in Betracht kommen kann. Die kleberige Beschaffenheit des letzteren, die einfache Form der Narbe, der reichliche Besitz von Nektar, das Vorhandensein einer

grossen Blumenkrone sind bekanntlich Charaktere, welche anemophilen Pflanzen niemals zukommen.

Auf Anpassung der *Puya*-Blüthe an Insectenbestäubung würde der Besitz von Nektar hinweisen, wenn derselbe hier nicht in so riesiger, von keinem Insect auszunutzender Menge sich vorfände und er ferner nicht von einer Qualität wäre, die ihn als zur Ernährung und Honigbereitung gänzlich ungeeignet erscheinen lässt. Es giebt auf der Erde wohl kaum ein Insect, welches im Stande wäre, einen halben Fingerhut voll dünnen Zuckerwassers zu sich zu nehmen!

Auch die grünlich-gelbe Farbe der Blumenkrone und deren Geruchlosigkeit sind Kennzeichen, die schwer mit Entomophilie vereinbar sind, während die Klebrigkeit des Pollens zwar a priori für Thierblüthigkeit spricht, aber ebenso gut auf Anpassung an Vögel wie an Insecten bezogen werden kann.

In der That werden nun die Blüthen von *Puya chilensis* von Insecten wenig oder gar nicht besucht, wenigstens nicht während der Hauptblüthezeit der Pflanze, im September, wo es überhaupt nur sehr vereinzelte, fliegende Insecten giebt. Weder von Schmetterlingen noch von Hautflüglern, denjenigen Ordnungen, welche in Chile wie anderwärts hauptsächlich als Bestäubungsvermittler fungiren, ist in dem genannten Monat eine Art zu finden, deren Körper hinreichend dick wäre, um beim Hineinkriechen in die Blüthe mit deren Geschlechtsorganen in Berührung zu kommen[1], und was die Käfer betrifft, so versichert mir der bekannte Entomolog Hr. Fernando Paulsen aus Quillota, mit dem ich das Vergnügen hatte, auf meiner Excursion in Peña Blanca bei La Ligna zusammenzutreffen, dass er während des mehr als zwanzig Jahre umfassenden Zeitraums, in dem er sich dem Studium der chilenischen Insectenwelt gewidmet hat, niemals eine Species dieser Ordnung in den Blüthen der *Puya chilensis* angetroffen habe[2].

Die Bestäubung der *Puya*-Blüthe wird der Regel nach von einem Vogel besorgt, welchem die im Grunde der Blumenkrone angesammelte Flüssigkeit als Trinkwasser dient und an dessen Kopf sich der klebrige Pollen anheftet. Es ist dies der im Lande allgemein verbreitete und an den Örtlichkeiten der Küste, wo die Pflanze vorkommt, sehr häufige »Tordo« oder chilenische Staar (*Curaeus aterrimus* Kittl.), eine Art,

[1] Insbesondere fliegen um diese Zeit noch nicht die später so häufigen Hummeln (moscardones), die in der chilenischen Flora unzweifelhaft die Hauptrolle bei der Bestäubung der Blüthen spielen.

[2] Auf *Puya coerulea* Miers (*Pitcairnia coerulea* Bak.) fand ich Anfangs November des letzten Jahres in Menge den *Astylus trifasciatus*, einen pollenfressenden Käfer, den ich nicht allein die Antheren vollkommen abweiden, sondern auch an der Narbe fressen sah. Es bedarf wohl keiner weiteren Erörterung darüber, ob dieses gefrässige Insect im Stande ist, die Bestäubung zu vermitteln.

die in Farbe und Gestalt grosse Ähnlichkeit mit unserem deutschen Staar, seinem nahen Familienverwandten, aufweist. Um der süssen Flüssigkeit habhaft zu werden, deren in einer Blüthe vorhandene Menge zu einem bequemen Schluck gerade ausreicht, setzt sich der Vogel auf einen der sterilen Endigungen der Seitenzweige des Blüthenstandes und trinkt hierauf die einzelnen Blüthen, welche am Grunde des Zweiges sitzen und deren Öffnung nach aussen, also dem Vogel zugekehrt ist, eine nach der anderen aus, wobei er jedesmal, nachdem er den Schnabel zurückgezogen, den Kopf in die Höhe hebt und in dieser Stellung mit augenscheinlichem Behagen den Schluck durch die Kehle hinunterrinnen lässt. Ich habe oft ganze Schaaren von Tordos, die sich auf einer Inflorescenz niedergelassen hatten, bei diesem Geschäft beobachtet und zu wiederholten Malen Exemplare in dem Augenblick geschossen, als sie ihren mit Pollen bestäubten Kopf aus der Blüthe hervorzogen. So reichlich heftet sich der Blüthenstaub der Stirne des Vogels an und so regelmässig besucht derselbe die Blüthen der Cardones, dass es mir unmöglich war, unter den vielen Hunderten von Tordos, die ich im vergangenen September an den mit *Puya* bewachsenen Berghängen der Küste von Aconcagua gesehen habe, auch nur ein einziges Exemplar ausfindig zu machen, welches anstatt des ihm eigentlich zukommenden rabenschwarzen Kopfes nicht ein schön goldig geschmücktes Haupt zur Schau getragen hätte. Bemerken will ich hier gleich, dass an Örtlichkeiten, wo die mit gelbem Blüthenstaub begabte *Puya chilensis* fehlt und durch *Puya coerulea* mit orangerothem Pollen vertreten wird, z. B. am Fusse der Hauptcordillere in den Provinzen Santiago und Calchagua, die Tordos zur Blüthezeit dieser Art (im November) auch nicht mit gelben, sondern mit orangerothen Köpfen angetroffen werden.

Es kann für mich keinem Zweifel unterliegen, dass die sterilen Zweigenden des Blüthenstandes unserer Pflanze, welche den bestäubungsvermittelnden Vögeln, wie die Beobachtung lehrt, als Sitzplätze dienen und für welche schwerlich eine anderweitige biologische Bedeutung geltend gemacht werden kann, einen durch Anpassung erworbenen Charakter darstellen und dass das Gleiche auch bezüglich der so auffallend reichlichen Nektarabsonderung zutrifft. In dieser Ansicht bestärkt mich wesentlich der Umstand, dass die beiden genannten Eigenthümlichkeiten nur denjenigen chilenischen *Puya*-Arten zukommen, deren Bestäubung durch Vögel ich festzustellen vermochte (*Puya chilensis*, der Cardon, und *Puya coerulea*, der Chagual), während sie bei anderen Arten derselben Gattung, die nach meiner Beobachtung entweder insectenblüthig oder autogam sind (z. B. *Puya venusta* Ph.), nicht angetroffen werden.

Die Wichtigkeit der sterilen Zweigenden als Sitzplätze für die Vögel erhellt übrigens auch aus folgender leicht zu machenden Wahrnehmung, die bei der obigen Beschreibung von *Puya chilensis* unerwähnt geblieben ist. Unter den etwa sechzig einfachen Ähren, welche die Gesammtinflorescenz der Pflanze bilden, befindet sich eine, nämlich die terminale, welche von vorn herein nicht wagerecht oder schräg gerichtet ist, sondern eine genau senkrechte Stellung hat. Ihr wie das der anderen Ähren von Blüthen entblösstes Ende ist demgemäss bei Inflorescenzen, deren Blüthen noch sämmtlich geschlossen sind, stets vertical gestellt. An Inflorescenzen, deren Anthese bereits begonnen hat, zeigt indessen auch dieses Zweigende fast ausnahmslos eine wagerechte oder schräge Richtung, und dies wird offenbar nur durch die Vögel bewirkt, welche sich an demselben festklammern, um den in den Blüthen der terminalen Ähre enthaltenen Nektar zu trinken.

Nicht belanglos für die Bestäubung der Cardones und Chaguales scheint mir ferner die bereits erwähnte Thatsache, dass der Nektarreichthum ihrer Blüthen während des Vormittags am grössten ist. Gehen doch fast alle Singvögel vorwiegend zu dieser Tageszeit ihrer Nahrung nach, und gilt dies doch in besonders hohem Grade von dem Tordo, der des Morgens gesellig umherstreift, während er in den heissen Stunden Siesta hält.

Was den Mangel an Duft betrifft, der, soweit dies unser menschliches Riechorgan festzustellen erlaubt, den Blüthen von *Puya chilensis coerulea* eigen ist, so stimmt dieser Charakter insofern zur Ornithophilie, als die Vögel bekanntlich durchgehends einen schwach entwickelten Geruchssinn haben; es wäre aber meines Erachtens voreilig, zu behaupten, dass hierin gleichfalls eine Anpassung gegeben ist, d. h. die Art sich von einer mit Geruch begabten, insectenblüthigen Stammform ableitet, die in Folge ihrer Gewöhnung an Ornithophilie ihren Geruch verloren hat.

Die wenig auffällige Farbe der Blumenkrone kann nach dem oben über den Gesichtssinn der Vögel Gesagten nicht Wunder nehmen und ebensowenig die Grösse und Weite der Blumenkrone, welche theils die Aufgabe hat, eine grosse Menge Nektar zu beherbergen, theils dem Kopf des Vogels den Zugang zu demselben gestatten muss. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Dimensionsverhältnisse der Blüthe zu denen des Vogelkopfes in genauem Verhältniss stehen, indem der letztere genau so dick ist, dass der Vogel bequem trinken kann, aber dabei nothwendig mit der Stirn an die Antheren oder an die Narbe anstösst.

Ausser dem Tordo, welcher als der gewöhnliche Bestäubungsagent unserer Pflanze zu betrachten ist, habe ich zwei andere, allenthalben in Chile verbreitete Vogelarten in der beschriebenen Weise aus den *Puya*-

Blüthen trinken und dieselben bestäuben sehen, nämlich den chilenischen Krammetsvogel oder Zorzal (*Turdus magellanicus* King) und die in die gleiche Familie wie dieser (Turdiden) gehörige Thenca (*Mimus thenca*). Auch der grosse Kolibri der Küste (*Patagona gigas* Vieill.) besucht mit Vorliebe die Blüthen der Cardones und trinkt die darin enthaltene Flüssigkeit, eine Beobachtung, die mit unseren Eingangs geäusserten Ansichten über die Nahrung der Trochiliden nicht im Widerspruch steht, da es sich in unserem Fall nicht um Honigsaugen, sondern einfach um Wassertrinken handelt. Der in Rede stehende Vogel setzt sich jedoch nicht auf die sterilen Zweigenden der Inflorescenz, sondern trinkt schwebend und ist ungeeignet, die Bestäubung zu vermitteln, da er mit seinem langen und dünnen Schnabel den Nektar erreicht, ohne die Geschlechtsorgane der Blüthe berühren zu müssen.

Zum Schluss mögen hier noch einige Bemerkungen über die im Vorstehendem bereits mehrfach, aber stets nur flüchtig erwähnte *Puya coerulea* Miers Platz finden. Diese Art, deren Vulgärnamen je nach der Gegend Chagual oder Puya lautet, ist ihrer septiciden anstatt loculiciden Kapsel wegen von Baker in die Gattung *Pitcairnia* versetzt, neuerdings indessen von Mets wieder zu *Puya* gezogen worden, mit welcher Gattung sie in den meisten Blüthencharakteren, sowie im allgemeinen Habitus übereinstimmt. Von *Puya chilensis* unterscheidet sie sich, abgesehen von der auf den Fruchtknoten bezüglichen Differenz, hauptsächlich durch ihre geringeren Dimensionen, die silbergraue Beschuppung ihrer Blätter und die sehr eigenartige Färbung der Blumenkrone, welche am besten durch den Modeausdruck »elektrisch-blau« zu charakterisiren sein dürfte. Weniger auffallende Kennzeichen liegen in der zinnoberrothen Farbe des Pollens und den von *Puya chilensis* abweichenden Längenverhältnissen der Geschlechtsorgane: während nämlich bei letzterer Art die Staubgefässe ebenso lang sind wie der Griffel, so dass trotz der vorhandenen schwachen Proterandrie Selbstbestäubung nicht ausgeschlossen erscheint, ist bei *Puya coerulea* der Griffel erheblich länger als die Staubgefässe und die Narbe daher der Bestäubung mit dem Pollen derselben Blüthe entrückt. Hinsichtlich der Nektarabsonderung sind keinerlei Verschiedenheiten zwischen beiden Arten gegeben. Auch *Puya coerulea* wird von dem Tordo bestäubt, welchem die nackten Spitzen der Einzelähren als Sitzplätze dienen. Diese Spitzen sind nur im Verhältniss zu dem basalen, mit Blüthen besetzten Theil der Ähre erheblich kürzer als bei obiger Art.

Über die Entdeckung der doppelten Periodicität und JACOBI's Antheil daran.

Von Prof. Dr. S. GUNDELFINGER
in Darmstadt.

(Vorgelegt von Hrn. FUCHS.)

Im Jahre 1877 hatte ich Hrn. BJERKNES gegenüber unter dem lebhaften Eindruck der Correspondenz zwischen JACOBI und LEGENDRE (BORCHARDT's Journal Bd. 80, S. 205 ff.) die Äusserung gethan, dass man keinen directen Beweis für den Antheil JACOBI's an der Entdeckung der doppelten Periodicität führen könne, wenigstens nicht aus seinen veröffentlichten Schriften. Dieselbe Äusserung wiederholte ich kurze Zeit nachher im mündlichen Gespräch mit BORCHARDT, der nach Rücksprache mit WEIERSTRASS mir wenige Tage später die Mittheilung machte, dass Letzterer nach Einsichtnahme des JACOBI'schen Nachlasses die Überzeugung gewonnen habe, auch JACOBI habe seinerseits vor der bekannten Veröffentlichung ABEL's das Princip der doppelten Periode entdeckt. Es gehe dies unzweifelhaft hervor aus der Substitution: $\sin\phi = i \operatorname{tang}\psi$, welche eine der ersten Entdeckungen JACOBI's in der Lehre der Transformation der elliptischen Functionen gewesen sei. Die gleiche Anschauung hat etwas später WEIERSTRASS mir gegenüber persönlich entwickelt.

In vollständigem Widerspruch zu dieser Ansicht von WEIERSTRASS hat Hr. BJERKNES in seinem bekannten Werke: »NIELS HENRIK ABEL«, Paris 1885, mit grossem Aufwand von Mitteln zu beweisen gesucht, dass JACOBI den Begriff der Inversion der elliptischen Integrale, also natürlich in noch höherem Maasse das Princip der doppelten Periode erst durch ABEL kennen gelernt und den Beweis seiner Theoreme über die Transformation der elliptischen Functionen erst nach Einsichtnahme[1] der ABEL'schen »Recherches sur les fonctions elliptiques« (CRELLE's Journal Bd. 2, S. 101 ff.) gefunden habe. Da JACOBI in späteren Arbeiten (vergl. bes. CRELLE's Journal Bd. 9, S. 395, Zeile 2–1 v. u.) ausdrücklich erklärt hat, auch er seinerseits sei auf die doppelte Periodicität ge-

[1] Wenn JACOBI in einem Briefe an LEGENDRE vom 12. April 1828, welchen JACOBI »un peu à la hâte« geschrieben, sagt: »il faut remonter aux formules analytiques concernant la multiplication, données la première fois par M. ABEL«, so muss darauf hingewiesen werden, dass JACOBI im gleichen Brief das »théorème complémentaire« thatsächlich beweist (vergl. CRELLE, Bd. 80, S. 229, bes. letzter Absatz, und S. 240, Z. 2–1 v. u.). Der Haupteinwand von BJERKNES wird damit hinfällig.

kommen, so lag in der Behauptung von Bjerknes eine schwere Verdächtigung des Charakters von Jacobi[1], deren Grundlosigkeit darzulegen ich schon seit vielen Jahren unternommen. Von einer Veröffentlichung hatte ich bisher abgesehen, da ich den Abschluss der Herausgabe von Jacobi's sämmtlichen Werken durch Weierstrass abwarten wollte. Nachdem jedoch Letzterer — offenbar in Folge anhaltender Krankheit — die nöthige Aufklärung nicht gegeben, will ich auf Grund des nunmehr vorliegenden Stoffes, vor Allem des wichtigen Briefes von Jacobi an Gauss vom 8. Februar 1827 (Jacobi's Ges. W., Bd. 7, S. 393 ff.), die Hauptergebnisse einer grösseren, an anderer Stelle zu veröffentlichenden Arbeit mittheilen. Danach ist nicht bloss aus dem sonstigen Verhalten Jacobi's Prioritätsansprüchen gegenüber (vergl. obige Anmerkung), sondern aus einer ganzen Reihe sachlicher[2] Gründe mit Sicherheit zu schliessen, dass Jacobi jedenfalls den Begriff der Umkehrung in aller Schärfe gekannt und das Princip der doppelten Periode zum mindesten als hodegetisches Princip bei Aufstellung seiner Transformationstheoreme benützt habe[3], dass er dagegen hier-

[1] Zu der warmen Vertheidigung, die Hr. Bertrand im Darboux'schen Bull. des Sc. Math. 1885, p. 199 ff. zu Gunsten der Offenheit und Wahrheitsliebe Jacobi's bereits Hrn. Bjerknes gegenüber beigebracht hat, möge noch angefügt werden: Jacobi hatte das »Poisson'sche Theorem« selbständig entdeckt, es jedoch sofort für Poisson reclamirt, nachdem er es bei ihm versteckt als Zwischenrechnung gefunden. Einen bekannten Satz von Poisson über die Anziehung einer unendlich dünnen Ellipsoidenschale (Jacobi's Ges. W. Bd. 1, S. 18, Z. 11–1 v. u., und Hesse, Ges. W., S. 721–722) hatte Jacobi gleichfalls vorher gefunden, jedoch nie für sich in Anspruch genommen. Für die von Eisenstein mitgetheilten Beweise der Reciprocitätsgesetze der cubischen und biquadratischen Reste hat Jacobi erst später und nur gelegentlich die Priorität beansprucht. In der berühmten Bearbeitung der Carlini'schen Abhandlung: »Untersuchungen über die Convergenz u. s. w.« (Jacobi's Ges. W., Bd. 7, S. 189 ff.) hat Jacobi seiner wesentlichen Verdienste nur ganz bescheiden Erwähnung gethan, u. s. w.

[2] Aus dem schon erwähnten Briefe Jacobi's an Gauss vom 8. Februar 1827 geht unzweifelhaft hervor, dass der Erstere die Kreistheilung von Gauss vollständig schöpferisch in sich aufgenommen und schon damals mit der berühmten Stelle der Disqu. Arithm. (§ 335) über die Lemniskatentheilung sich beschäftigt hatte. Es heisst dort wörtlich: »Die Anwendung der höheren Arithmetik auf die Theilung der elliptischen Transcendenten ist in den Disquisitiones versprochen. O würde doch dieses Versprechen erfüllt!« (l. c. p. 400). Im ersten Briefe Jacobi's an Schumacher findet sich der Satz: »Ce théorème est d'autant plus intéressant, que, pour le cas où la transcendante se change en fonction circulaire, il se présente sans changement de forme comme théorème de la trigonométrie analytique«. Ebendaselbst heisst es: »Les constantes μ et λ se déterminent de différentes manières«. Die hier gesperrt gedruckten Worte geben gleichfalls die Gewissheit, 1. dass Jacobi nicht an elliptische Integrale, sondern an ihre Umkehrung gedacht, 2. dass er die vielen Formeln Euler's in der Introductio in analysin infinitorum, tom. I, cap. XIV, im Falle $k = 0$ vor Augen gehabt; ähnlich wie Gauss und Abel, die geradezu Beide für die eine Periode das Symbol ϖ gewählt, das durch einen Druckfehler anstatt π an mehreren Stellen in sämmtliche mir zugängliche Ausgaben des Euler'schen Werkes übergegangen ist.

[3] Ausser der Substitution $\sin\phi = i \tang \psi$ deuten noch andere Gründe darauf hin, dass Jacobi die doppelte Periode vorgeschwebt habe. Beispielsweise ist in dem

bei weit davon entfernt war, die inversen Functionen der elliptischen Integrale, wie sie in den »Recherches« Abel's vorliegen, ausführlich zu betrachten und eine entwickelte Darstellung davon zu geben.

Diese Auffassung deckt sich im Wesentlichen mit der von Dirichlet, welcher in seiner Gedächtnissrede (Jacobi's Ges. W., Bd. 1, S. 10–11) sagt: »Indem Abel und Jacobi in die vorhin erwähnten, durch Umkehrung aus dem elliptischen Integral der ersten Gattung gebildeten Functionen, welche nach unserer jetzigen Terminologie ausschliesslich elliptische Functionen genannt werden, das Imaginäre einführten, erkannten sie, dass diese Functionen gleichzeitig an der Natur der Kreisfunctionen und an der der Exponentialgrössen Theil haben, und dass, während jene nur für reelle, diese nur für imaginäre Werthe des Arguments periodisch sind, die elliptischen Functionen beide Arten der Periodicität in sich vereinigen .... Abel's Thätigkeit wandte sich den Problemen zu, welche die Vervielfältigung und Theilung der elliptischen Integrale betreffen, und indem er mit Hülfe des Princips der doppelten Periode in die Natur der Wurzeln der Gleichung, von welcher die Theilung abhängt, tief eindrang, u. s. w.«

Durch diese bestimmte Fassung und einige vorausgegangene Stellen will Dirichlet offenbar sagen, dass Abel das Princip der doppelten Periode in den »Recherches« schon ganz klar erkannt, dass jedoch Jacobi ein dabei auftretendes, sogleich näher zu erläuterndes Paradoxon wenigstens damals noch nicht vollständig sich erklärt hatte. Nur so wird es auch verständlich, dass der im Citiren so gewissenhafte Jacobi bei Gelegenheit der doppelten Periodicität in den Fundamenta Nova Abel nicht weiter erwähnt (vergl. übrigens § 1), sondern einfach sagt: »Quod principium duplicis periodi nuncupabimus« (Ges. W., Bd. 1, S. 87).

Jacobi's Bedeutung geschieht durch die hier gegebene Darstellung kein Abbruch, da er sich damals höchstens einige Monate mit der Theorie der elliptischen Functionen beschäftigt hatte, und da selbst ein Genie von der principiellen Tiefe Abel's lange Zeit gebraucht hat, um auf den Standpunkt zu gelangen, wie er uns in den wundervollen »Recherches« vorliegt. Aus einem Brief Abel's an Holmboe vom 3. August 1823 (Œuvr. compl. d. N. H. Abel, nouv. édit., T. II, p. 254) ersieht man nämlich, dass Abel drei Jahre gebraucht hat, um über das Paradoxon in's Klare zu kommen, welches die doppelte Periode

---

ersten Brief an Schumacher der Transformationsgrad mit p bezeichnet, während in dem Schreiben an Gauss Zahlen $p = a^2 + b^2$ vorkommen, welche gleiche Bezeichnung in dem bekannten Schreiben Jacobi's vom 16. Mai 1831 an die Berliner Akademie, Crelle, Bd. 19, S. 315 wiederkehrt, und zwar bei Gelegenheit der Zusammensetzung der p^{ten} Theile des Lemniskatenbogens aus dessen Theilung in $a+bi$ und $a-bi$ Theile. Man kann hierzu vergleichen die Ausführungen Dirichlet's, Jacobi's Ges. W., Bd. 1, S. 9–10, und Jacobi, ibid. S. 483–488.

der elliptischen Functionen darbot, solange man bei Umkehrung der elliptischen Integrale sich auf den reellen Integrationsweg beschränkte und die landläufige Definition des Integrals nicht im CAUCHY'schen Sinne erweiterte (vergl. ABEL, l. c. T. II, p. 40–43). Da ABEL nachweislich (Œuvr. compl. T. II, p. 305. Note zu Mém. XVI) seine »Rech. sur les fonct. ell.« erst in Paris ausgearbeitet und sich daselbst mit dem CAUCHY'schen »Mémoire sur les intégrales définies etc.« 1825 (ABEL, l. c. T. II, p. 284, lignes 7–5 en remontant) beschäftigt hat, so ist es fast als sicher anzunehmen, dass ABEL unter CAUCHY's Einfluss die endgültige Lösung des Paradoxons gefunden hat.

Nach all diesem stellt sich die bedeutsame Thatsache heraus, dass nicht nur ABEL, sondern auch JACOBI[1] wesentlich unter dem Einflusse von GAUSS zur Entdeckung der elliptischen Functionen gelangt sind. Während jedoch diese beiden Mathematiker bei der Vertiefung ihrer Auffassung höchst wahrscheinlich im Banne CAUCHY's standen, hat GAUSS ganz selbständig (man vergleiche den bekannten Brief an BESSEL vom 18. Dec. 1811) die fundamentalen Sätze über die Integration auf krummlinigem Wege geschaffen und, wie wohl anzunehmen ist, zur Erklärung der von ihm 1797 gefundenen doppelten Periode. Darauf deutet mit Bestimmtheit der Umstand hin, dass GAUSS am 4. und 19. August 1827 die beiden Schreiben JACOBI's über die Transformation der elliptischen Functionen durch SCHUMACHER zur Einsicht bekommen (JACOBI's Ges. W., Bd. 1, S. 31–36 und Briefw. zw. GAUSS und SCHUMACHER II, S. 109, 112) und im gleichen Monat (zwischen dem 6. und 29.) seinen Untersuchungen über Drei- und Siebentheilung wichtige Sätze über die Functionen einer complexen Veränderlichen, bez. die Integrale auf krummlinigem Wege beigefügt hat (GAUSS, Ges. W., Bd. III, S. 479 und S. 494 Zeile 5–1 v. u.).

Es ist sogar mehr als wahrscheinlich, dass auch CAUCHY selbst zu seinen Untersuchungen über Integrale auf krummlinigem Wege durch den dritten Beweis von GAUSS über den Fundamentalsatz der Algebra angeregt worden ist (GAUSS, Ges. W., Bd. III, p. 57–64).

Die Schwierigkeiten, die vor PUISEUX bei Bestimmung der Perioden auf krummlinigem Wege auftraten, hat JACOBI umgangen, indem er in seinen Vorlesungen von den Θ-Functionen ausging, während ABEL selbst in seinen »Recherches« das EULER'sche Additionstheorem durch blosse Differentiation auf's Neue bewies (Œuvr. compl. I, p. 268–269).

[1] Vergl. die Ausführungen der obigen Anmerkungen.

Über die Gauss'sche Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels und ihre Beziehungen zur Theorie der elliptischen Modulfunction.

Von Prof. Dr. Ludwig Schlesinger
in Klausenburg.

(Vorgelegt von Hrn. Fuchs.)

Als Hr. Hermite in seiner Abhandlung »Sur la théorie des équations modulaires etc.« (Paris 1859) die elliptische Modulfunction als selbständige Transcendente in die Analysis einführte, ging er von den der Theorie der elliptischen Functionen entnommenen Darstellungen des Moduls k^2 durch die Nullwerthe der Jacobi'schen Thetafunctionen aus und gelangte auf diese Weise zu einigen der fundamentalen Eigenschaften der Modulfunction. Dass sich aus der gedachten Darstellung eine vollständige Theorie der Modulfunction ableiten lässt, hat namentlich Hr. Dedekind[1] gezeigt, es erscheint darum wünschenswerth, eine Methode zu besitzen, die direct von den completten Integralen erster Gattung aus, ohne Zuhülfenahme der durch die Umkehrung des Integrales erster Gattung mit veränderlicher oberer Grenze hervorgehenden elliptischen Transcendente, zu jener Darstellung führt. Die Gauss'sche Theorie des arithmetisch-geometrischen Mittels[2] bietet eine solche Methode dar[3] und führt auf diese Weise zu einer Theorie der Modulfunction, die, auch abgesehen von ihrem historischen Interesse, neben der auf die Untersuchung der Legendre'schen Differentialgleichung[4] gegründeten Theorie dieser Function von hervorragender Bedeutung zu sein scheint.

Im Folgenden wird versucht, im engsten Anschlusse an Gauss die Grundzüge dieser Methode zu entwickeln; nur an zwei Stellen (auf welche im Verlaufe der Darstellung hingewiesen werden wird) muss von Betrachtungen Gebrauch gemacht werden, die in dem von Schering veröffentlichten Gauss'schen Nachlasse nicht vorkommen.

[1] Crelle's Journal Bd. 83, S. 265 ff.
[2] Werke, Bd. III (1866), S. 361 ff.
[3] Vergl. P. Günther, Göttinger Nachrichten, 14. April 1894, S. 4, 5, 12.
[4] Vergl. Fuchs, Crelle's Journal Bd. 71, S. 91 ff.; Bd. 83, S. 13 ff.; Bd. 112, S. 156 ff.

1.

Wir schreiben das complette elliptische Integral erster Gattung in der Form

$$K(k^2) = \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-k^2x^2)}} = \frac{1}{a}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{\sqrt{a^2\cos^2\phi + b^2\sin^2\phi}} = \frac{1}{a}A,$$

wo also

$$x = a\sin\phi, \quad k = \frac{c}{a}, \quad c^2 = a^2 - b^2$$

gesetzt wurde, dann verwandelt sich durch Anwendung der Landenschen Transformation[1]

$$\sin\phi_1 = \frac{c^2}{a-b}\,\frac{\sin\phi\cos\phi}{\sqrt{a^2\cos^2\phi + b^2\sin^2\phi}}$$

das Integral A in

(1.) $$A = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi_1}{\sqrt{a_1\cos^2\phi_1 + b_1^2\sin^2\phi_1}} = A_1,$$

woselbst

$$a_1 = \frac{a+b}{2}, \quad b_1 = \sqrt{ab}.$$

Das Integral A bleibt also[2] ungeändert, wenn man an die Stelle von a, b das arithmetische bez. das geometrische Mittel dieser beiden Grössen setzt.

Durch wiederholte Anwendung dieser Transformation entsteht der Algorithmus

(2.) $$a_{n+1} = \frac{a_n + b_n}{2}, \quad b_{n+1} = \sqrt{a_n b_n}, \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots)$$

wo wir

$$a = a_0, \quad b = b_0$$

als beliebige reale positive Grössen,

(3.) $$a > b,$$

und sowohl in dem Ausdrucke für b_{n+1} als auch in

(4.) $$c_n = \sqrt{a_n^2 - b_n^2}$$

die Quadratwurzel positiv wählen wollen.

---

[1] Philosophical Transactions of the Royal Society, 1775, S. 283.

[2] Lagrange, Mémoires de l'Academie royale de Turin, 1784/85 p. 237; Gauss, Werke III, S. 352 (Commentationes Soc. Gott. rec. Vol. IV, 1818).

Da[1]

$$(2^a.)\qquad a_{n+1}^2 - b_{n+1}^2 = \tfrac{1}{4}(a_n - b_n)^2 \qquad (n = 0, 1, 2, \ldots)$$

ist, so ist auch

$$(3^a.)\qquad a_n > b_n, \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

und da c_{n+1} positiv sein sollte, haben wir

$$c_{n+1} = \frac{a_n - b_n}{2} = a_n - a_{n+1};$$

es sind also

$$(5.)\qquad \begin{cases} a_n = a_{n+1} + c_{n+1}, \\ b_n = a_{n+1} - c_{n+1} \end{cases}$$

Wurzeln der quadratischen Gleichung

$$u^2 - 2a_{n+1}u + b_{n+1}^2 = 0.$$

Aus den Gleichungen (2.) ergiebt sich unmittelbar

$$a_{n+1} < a_n, \quad b_{n+1} > b_n,$$

d. h. von den beiden durch den Algorithmus (2.) gelieferten Zahlenfolgen

$$(6.)\qquad \begin{cases} a_0, a_1, a_2, \ldots \\ b_0, b_1, b_2, \ldots \end{cases}$$

nimmt mit wachsendem Index die eine ab, die andere zu. Daraus folgt, dass sich jede der beiden Zahlenfolgen einem bestimmten Grenzwerthe nähert. Nach (2.) und (2^a.) ist aber

$$\frac{a_{n+1} - b_{n+1}}{a_n - b_n} = \frac{a_n - b_n}{4} \cdot \frac{1}{a_{n+1} + b_{n+1}} = \frac{1}{2}\,\frac{\sqrt{a_n} - \sqrt{b_n}}{\sqrt{a_n} + \sqrt{b_n}} < \frac{1}{2},$$

also haben wir

$$a_{n+1} - b_{n+1} < \tfrac{1}{2}(a_n - b_n) < \tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{1}{2}(a_{n-1} - b_{n-1}) < \ldots,$$

und folglich allgemein

$$a_n - b_n < \frac{1}{2^n}(a - b) \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

d. h. es ist

$$\lim_n (a_n - b_n) = 0,$$

oder mit anderen Worten

$$\lim_n a_n = \lim_n b_n, \quad \lim_n c_n = 0.$$

Die Zahlenfolgen (6.) nähern sich also einem und demselben bestimmten Grenzwerthe an, den wir nach Gauss das arithmetisch-

[1] Gauss, a. a. O. S. 361 ff.

geometrische Mittel aus den Zahlen a, b nennen und durch

$$M(a\,,b)$$

bezeichnen.

Setzen wir

$$A_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{\sqrt{a_n \cos^2\phi + b_n \sin^2\phi}},$$

so ist nach (1.)

$$A = A_1 = \ldots = A_n = \ldots,$$

also auch

$$A = \lim_n A_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{M(a\,,b)\sqrt{\cos^2\phi + \sin^2\phi}} = \frac{\pi}{2}\,\frac{1}{M(a\,,b)},$$

d. h. wir haben[1] für das arithmetisch-geometrische Mittel aus den beiden beliebigen positiven Zahlen a, b:

$$(7.)\qquad \frac{1}{M(a\,,b)} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{\sqrt{a\cos^2\phi + b\sin^2\phi}} = \frac{1}{M(a_n\,,b_n)}.$$

Für ein willkürliches λ ist offenbar

$$M(\lambda a\,,\lambda b) = \lambda M(a\,,b),$$

die beiden Quotienten

$$\frac{a}{M(a\,,b)},\quad \frac{b}{M(a\,,b)}$$

sind also Functionen von

$$\frac{b}{a} = \sqrt{1-k^2} = k';$$

in der That hat man z. B.

$$(8.)\qquad \frac{a}{M(a\,,b)} = \frac{1}{M(1\,,k')} = \frac{2}{\pi}\,aA = \frac{2}{\pi}K(k^2),$$

und wenn wir in dieser Gleichung k an die Stelle von k' setzen, so folgt

$$\frac{1}{M(1\,,k)} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{\sqrt{1-k'^2\sin^2\phi}} = \frac{2}{\pi}K(k'^2) = \frac{2}{\pi}K'(k^2),$$

oder etwas anders geschrieben

$$(8^a.)\qquad \frac{a}{M(a\,,c)} = \frac{1}{M(1\,,k)} = \frac{2}{\pi}K'(k^2).$$

[1] Gauss, a. a. O. S. 353.

Die letztere Gleichung veranlasst uns, aus den Grössen a, c einen ähnlichen Algorithmus zu bilden, wie der, den wir aus a, b abgeleitet hatten[1]. Setzen wir nämlich

$$\bar{a}_1 = \frac{a+c}{2}, \quad \bar{c}_1 = \sqrt{ac}$$

und allgemein

$$(9.) \qquad \bar{a}_{n+1} = \frac{\bar{a}_n + \bar{c}_n}{2}, \quad \bar{c}_{n+1} = \sqrt{\bar{a}_n \bar{c}_n}, \qquad (\bar{a}_0 = a, \quad \bar{c}_0 = c)$$

so ist

$$\lim_n \bar{a}_n = \lim_n \bar{c}_n = M(a, c).$$

Der Algorithmus (9.) steht nun in einem merkwürdigen Zusammenhange mit dem aus den Zahlen a, b gebildeten Algorithmus. Die Zahlen

$$a = a_1 + c_1, \quad b = a_1 - c_1$$

sind, wie oben bemerkt wurde, Wurzeln der Gleichung.

$$u^2 - 2a_1 u + b_1^2 = 0;$$

bilden wir nun die Gleichung

$$u^2 - 2au + b^2 = 0,$$

bezeichnen ihre Wurzeln mit

$$a_{-1} = a + c, \quad b_{-1} = a - c$$

und setzen

$$c_{-1} = \sqrt{a_{-1}^2 - b_{-1}^2},$$

so können wir auf diese Weise fortfahren und durch die Formeln

$$(10.) \quad a_{-n-1} = a_{-n} + c_{-n}, \quad b_{-n-1} = a_{-n} - c_{-n}, \quad c_{-n} = \sqrt{a_{-n}^2 - b_{-n}^2}$$
$$(n = 1, 2, 3, \ldots)$$

eine Folge von Zahlenpaaren definiren, die wir als die Fortsetzung des aus a, b gebildeten Algorithmus a_n, b_n nach der negativen Seite hin betrachten. In den beiden Folgen

$$\ldots, a_{-n}, \ldots a_{-1}, a, a_1, \ldots a_n, \ldots$$
$$\ldots, b_{-n}, \ldots b_{-1}, b, b_1, \ldots b_n, \ldots$$

gelten dann offenbar die für positive Indices aufgestellten Beziehungen auch für die negativen Indices. Aus (10.) folgt

$$a_{-n-1}^2 - b_{-n-1}^2 = c_{-n-1}^2 = 4a_{-n}c_{-n},$$

also haben wir für $n = 0$

$$\tfrac{1}{2}a_{-1} = \frac{a+c}{2} = \bar{a}_1, \quad \tfrac{1}{2}c_{-1} = \sqrt{ac} = \bar{c}_1.$$

[1] Gauss, a. a. O. S. 362, 376, 397.

Weiter folgt ebenso

$$\frac{1}{2^2} a_{-2} = \bar{a}_2, \quad \frac{1}{2^2} c_{-2} = \bar{c}_2$$

und, wie man durch vollständige Induction leicht verificirt, allgemein

(11.) $$\frac{1}{2^n} a_{-n} = \bar{a}_n, \quad \frac{1}{2^n} c_{-n} = \bar{c}_n.$$

Hieraus folgt

$$M(a, c) = M(\bar{a}_n, \bar{c}_n) = M\left(\frac{1}{2^n} a_{-n}, \frac{1}{2^n} c_{-n}\right) = \frac{1}{2^n} M(a_{-n}, c_{-n}),$$

d. h. wir haben

$$\lim_n \frac{a_{-n}}{2^n} = \lim_n \frac{c_{-n}}{2^n} = M(a, c),$$

$$\lim_n a_{-n} = \infty, \quad \lim_n c_{-n} = \infty, \quad \lim_n \frac{c_{-n}}{a_{-n}} = 1, \quad \lim_n b_{-n} = 0.$$

Nun können wir auch den aus a, c entspringenden Algorithmus nach der negativen Seite hin fortsetzen. Setzen wir nämlich

$$\bar{b}_n^2 = \bar{a}_n^2 - \bar{c}_n^2,$$

so ist nach (11.)

$$\bar{b}_n^2 = \frac{b_{-n}^2}{2^{2n}},$$

und die $\bar{a}_n, \bar{c}_n, \bar{b}_n$ hängen von a, c ebenso ab, wie die a_n, b_n, c_n von a, b. Bilden wir also

$$\bar{a}_{-n-1} = \bar{a}_{-n} + \bar{b}_{-n}, \quad \bar{c}_{-n-1} = \bar{a}_{-n} - \bar{b}_{-n}, \quad \bar{b}_{-n} = \sqrt{\bar{a}_{-n}^2 - \bar{c}_{-n}^2},$$

so ist

$$\frac{\bar{a}_{-n}}{2^n} = a_n, \quad \frac{\bar{b}_{-n}}{2^n} = b_n, \quad \frac{\bar{c}_{-n}}{2^n} = c_n,$$

und wir haben folglich:

$$\begin{aligned} M(a, b) &= M(a_n, b_n) = M(a_{-n}, b_{-n}) = \lim_n \frac{\bar{a}_{-n}}{2^n} = \lim_n \frac{\bar{b}_{-n}}{2^n} \\ &= 2^{-n} M(\bar{a}_{-n}, \bar{b}_{-n}) = 2^n M(\bar{a}_n, \bar{b}_n), \\ M(a, c) &= M(\bar{a}_n, \bar{c}_n) = M(\bar{a}_{-n}, \bar{c}_{-n}) = \lim_n \frac{a_{-n}}{2^n} = \lim_n \frac{b_{-n}}{2^n} \\ &= 2^n M(a_n, c_n) = 2^{-n} M(a_{-n}, c_{-n}). \end{aligned}$$

II.

Aus der Definition von $M(a, b)$ und $M(a, c)$ ergeben sich[1] unmittelbar Entwickelungen dieser beiden Grössen in Reihenform, wenn wir beachten, dass

[1] Gauss, a. a. O. S. 376.

$$\lim_n a_n = a_\lambda + (a_{\lambda+1} - a_\lambda) + (a_{\lambda+2} - a_{\lambda+1}) + \ldots,$$
$$\lim_n \bar{a}_n = \bar{a}_\lambda + (\bar{a}_{\lambda+1} - \bar{a}_\lambda) + (\bar{a}_{\lambda+2} - \bar{a}_{\lambda+1}) + \ldots$$

ist. Mit Rücksicht auf die Gleichungen (5.) der Nr. I folgt hieraus

$$M(a,b) = a_\lambda - c_{\lambda+1} - c_{\lambda+2} - \ldots,$$
$$M(a,c) = \bar{a}_\lambda - \bar{b}_{\lambda+1} - \bar{b}_{\lambda+2} - \ldots,$$

und analog ergeben sich aus

$$\lim_n b_n = b_\lambda + c_{\lambda+1} - c_{\lambda+2} - \ldots$$

die Formeln

$$M(a,b) = b_\lambda + c_{\lambda+1} - c_{\lambda+2} - \ldots,$$
$$M(a,c) = \bar{c}_\lambda + \bar{b}_{\lambda+1} - \bar{b}_{\lambda+2} - \ldots$$

Wir wollen nun aus dem Algorithmus der a_n, b_n, c_n einen Algorithmus für die Quadratwurzeln aus diesen Grössen herleiten. Aus den Gleichungen

$$a_{n+2} = \tfrac{1}{2}(a_{n+1} + b_{n+1}), \quad a_{n+1} = a_{n+2} + c_{n+2}, \quad b_{n+1} = a_{n+2} - c_{n+2}$$

ergiebt sich

$$a_{n+2} = \left(\frac{\sqrt{a_n} + \sqrt{b_n}}{2}\right)^2, \quad c_{n+2} = \left(\frac{\sqrt{a_n} - \sqrt{b_n}}{2}\right)^2,$$

wir finden demnach

$$(1.) \qquad \sqrt{a_{n+2}} = \tfrac{1}{2}(\sqrt{a_n} + \sqrt{b_n}), \quad \sqrt{c_{n+2}} = \tfrac{1}{2}(\sqrt{a_n} - \sqrt{b_n}).$$

Da nun

$$\sqrt{a_{n+2}} - \sqrt{a_n} = -\sqrt{c_{n+2}},$$
$$\sqrt{b_n} + 2\sqrt{c_{n+2}} = \sqrt{a_n}$$

ist, so folgen aus

$$\sqrt{M(a,b)} = \lim_\lambda \sqrt{a_\lambda} = \sqrt{a_n} + (\sqrt{a_{n+2}} - \sqrt{a_n}) + (\sqrt{a_{n+4}} - \sqrt{a_{n+2}}) + \ldots$$

die Entwickelungen

$$(2.) \qquad \begin{cases} \sqrt{M(a,b)} = \sqrt{a_n} - \sqrt{c_{n+2}} - \sqrt{c_{n+4}} - \sqrt{c_{n+6}} - \ldots, \\ \sqrt{M(a,b)} = \sqrt{b_n} + \sqrt{c_{n+2}} - \sqrt{c_{n+4}} - \sqrt{c_{n+6}} - \ldots, \end{cases}$$

und analog ergiebt sich

$$\sqrt{M(a,c)} = \sqrt{2^{-n} a_{-n}} - \sqrt{2^{-n-2} b_{-n-2}} - \sqrt{2^{-n-4} b_{-n-4}} - \ldots,$$
$$\sqrt{M(a,c)} = \sqrt{2^{-n} c_{-n}} + \sqrt{2^{-n-2} b_{-n-2}} - \sqrt{2^{-n-4} b_{-n-4}} - \ldots$$

Ferner haben wir

$$c_n^2 = a_n^2 - b_n^2 = 4 a_{n+1} c_{n+1},$$

und folglich

$$\frac{4a_n}{c_n} = \frac{a_n}{a_{n+1}} \sqrt{\frac{4a_{n+1}}{c_{n+1}}}.$$

Nehmen wir auf beiden Seiten dieser Gleichung die Logarithmen, schreiben m an Stelle von n und multipliciren mit

$$\frac{M(a_m, c_m)}{M(a_m, b_m)} = 2\frac{M(a_{m+1}, c_{m+1})}{M(a_{m+1}, b_{m+1})} = \frac{1}{2^m}\frac{M(a, c)}{M(a, b)},$$

so finden wir

$$\frac{M(a_m, c_m)}{M(a_m, b_m)}\log\frac{4a_m}{c_m} = \frac{1}{2^m}\frac{M(a, c)}{M(a, b)}\log\frac{a_m}{a_{m+1}} + \frac{M(a_{m+1}, c_{m+1})}{M(a_{m+1}, b_{m+1})}\log\frac{4a_{m+1}}{c_{m+1}}.$$

Setzen wir also

$$\frac{M(a, b)}{M(a, c)}\frac{M(a_n, c_n)}{M(a_n, b_n)}\log\frac{4a_n}{c_n} = \frac{1}{2^n}\log\frac{4a_n}{c_n} = u_n,$$

so ist

$$u_{m+1} - u_m = -\frac{1}{2^m}\log\frac{a_m}{a_{m+1}},$$

und da

$$\lim_m u_m = u_n + (u_{n+1} - u_n) + (u_{n+2} - u_{n+1}) + \dots,$$

so ergiebt sich die Formel

$$(2^a.)\quad \frac{M(a, b)}{M(a, c)}\lim_m\frac{M(a_m, c_m)}{M(a_m, b_m)}\log\frac{4a_m}{c_m} = 2^{-n}\log\frac{4a_n}{c_n} - 2^{-n}\log\frac{a_n}{a_{n+1}} - 2^{-n-1}\log\frac{a_{n+1}}{a_{n+2}} - \dots,$$

der noch drei analoge[1] an die Seite gestellt werden können. Da

$$\lim_m M(a_m, b_m) = \lim_m a_m = M(a, b)$$

ist, so haben wir, wenn

$$k_m = \frac{c_m}{a_m}$$

gesetzt wird,

$$(3.)\quad \lim_m\frac{M(a_m, c_m)}{M(a_m, b_m)}\log\frac{4a_m}{c_m} = \lim_m M(1, k_m)\log\frac{4}{k_m},$$

und da nach Gleichung (8^a.) der Nr. I

$$\frac{a_m}{M(a_m, c_m)} = \frac{1}{M(1, k_m)} = \frac{2}{\pi}K'(k_m^2)$$

und offenbar $\lim_m k_m = 0$ ist, so lautet der Grenzwerth (3.)

$$\lim_{\varepsilon=0} M(1, \varepsilon)\log\frac{4}{\varepsilon} = \lim_{z=0}\frac{\pi}{2}\cdot\log\frac{16}{z}\cdot\frac{1}{2K'(z)}.$$

[1] Siehe bei GAUSS a. a. O., S. 377.

Auf welche Weise Gauss diesen Grenzwerth berechnet hat, geht aus den von Schering herausgegebenen nachgelassenen Aufzeichnungen nicht hervor; wir bestimmen denselben mit Hülfe der von Legendre[1] gegebenen Formel

$$\lim_{z=0} \frac{2K'(z)}{\log \frac{16}{z}} = 1,$$

woraus sich für den gesuchten Grenzwerth der Werth $\frac{\pi}{2}$ ergiebt.

Setzen wir nun im Anschlusse an die seit Jacobi übliche Bezeichnung

$$e^{-\pi \frac{M(a,b)}{M(a,c)}} = q$$

(Gauss bezeichnet dieselbe Grösse durch x oder y), so nimmt die Gleichung (2.) die Gestalt an

$$\frac{\pi}{2} \frac{M(a,b)}{M(a,c)} = -\tfrac{1}{2}\log q = 2^{-n}\log\frac{4a_n}{c_n} - 2^{-n}\log\frac{a_n}{a_{n+1}} - 2^{-n-1}\log\frac{a_{n+1}}{a_{n+2}} - \ldots,$$

und wenn wir von den Logarithmen zu den Numeris übergehen,

$$(4.)\qquad \sqrt{q} = \left(\frac{c_n}{4a_n}\right)^{2^{-n}} \left(\frac{a_n}{a_{n+1}}\right)^{2^{-n}} \left(\frac{a_{n+1}}{a_{n+2}}\right)^{2^{-n}} \ldots$$

Da

$$\lim_n u_n = \frac{\pi}{2} \frac{M(a,b)}{M(a,c)} = -\log \sqrt{q},$$

so haben wir gemäss der Definition von u_n

$$\sqrt{q} = \lim_n \left(\frac{c_n}{4a_n}\right)^{2^{-n}};$$

diese Gleichung liefert also q als Function von k. Da nun

$$\frac{a}{M(a,b)},\quad \frac{b}{M(a,b)},\quad \frac{c}{M(a,b)}$$

blosse Functionen von k sind, so können wir diese Quotienten auch als Functionen von q auffassen; wir setzen in diesem Sinn mit Gauss[2]

$$\sqrt{\frac{a}{M(a,b)}} = P(q),\quad \sqrt{\frac{b}{M(a,b)}} = Q(q),\quad \sqrt{\frac{c}{M(a,b)}} = R(q).$$

---

[1] Exercices de calcul intégral, T. I (1811), § 72 ff; Traité des fonctions elliptiques T. I (1825) Chap. XIX; vergl. z. B. Durège, Theorie der elliptischen Functionen (1878), S. 211 ff.

[2] A. a. O. S. 405, vergl. S. 328 ff.

Da a, b real positiv sind, ist q kleiner wie Eins, ferner ist, wenn wir

$$q_n = e^{-\pi \frac{M(a_n, b_n)}{M(a_n, c_n)}}$$

setzen,

$$(5.)\qquad q_n = q^{2^n}, \quad \lim_n q_n = 0, \quad R(q_n) = \sqrt{\frac{c_n}{M(a_n, b_n)}}.$$

Nehmen wir also in der ersten der Entwickelungen (2.) $n = 0$ und dividiren auf beiden Seiten durch $\sqrt{M(a, b)}$, so ergiebt sich

$$1 = P(q) - R\left(q^{2^2}\right) - R\left(q^{2^4}\right) - \dots$$

oder

$$(6.)\qquad P(q) = 1 + R\left(q^{2^2}\right) + R\left(q^{2^4}\right) + \dots,$$

und ebenso folgt aus der zweiten der Entwickelungen (2.)

$$(7.)\qquad Q(q) = 1 - R\left(q^{2^2}\right) + R\left(q^{2^4}\right) + \dots$$

Erheben wir die Gleichung (4.) in die $(2^{n-1})^{te}$ Potenz, so ergiebt sich

$$1 = \tfrac{1}{2} q^{-2^n-2} \sqrt{\frac{c_n}{M(a_n, b_n)}} \sqrt{\frac{M(a, b)}{a_n}} \sqrt{\frac{a_n}{a_{n+1}}} \sqrt[4]{\frac{a_{n+1}}{a_{n+2}}} \dots,$$

und folglich da

$$\lim_n \sqrt{\frac{M(a, b)}{a_n}} \sqrt{\frac{a_n}{a_{n+1}}} \sqrt[4]{\frac{a_{n+1}}{a_{n+2}}} \dots = 1$$

ist, mit Rücksicht auf (5.)

$$\lim_n \tfrac{1}{2} q_n^{-\frac{1}{4}} R(q_n) = 1,$$

so dass wir

$$R(q) = 2q^{\frac{1}{4}}(1 + [q])$$

setzen können, wo $[q]$ eine mit q verschwindende Grösse bedeutet.

Es handelt sich nunmehr darum, über den analytischen Charakter der Grösse $[q]$ Aufschluss zu gewinnen. Für diese Untersuchung findet sich in dem von SCHERING herausgegebenen GAUSS'schen Nachlasse auch kein Fingerzeig. Wenn man jedoch die Entwickelungen von $K(k^2)$ und $K'(k^2)$ in der Umgebung von $k^2 = 0$ zu Hülfe nimmt, so findet man[1], dass $[q]$ in der Umgebung von $q = 0$ nach positiven ganzen Potenzen von q entwickelbar ist.

Wir haben also

$$R(q) = 2q^{\frac{1}{4}}(1 + \delta_1 q + \delta_2 q^2 + \delta_3 q^3 + \dots \text{ ad inf.}),$$

[1] Vergl. z. B. FUCHS, CRELLE's Journal Bd. 83, S. 25–30, Nr. 6 Gleichungen (2.), (8.), (9.).

und folglich[1] nach (6.) und (7.)

$$P(q) = 1 + 2q\left(1+\sum_{\nu=1}^{\infty}\delta_\nu q^{4\nu}\right) + 2q^4\left(1+\sum_{\nu=1}^{\infty}\delta_\nu q^{16\nu}\right) + \ldots$$

$$Q(q) = 1 - 2q\left(1+\sum_{\nu=1}^{\infty}\delta_\nu q^{4\nu}\right) + 2q^4\left(1+\sum_{\nu=1}^{\infty}\delta_\nu q^{16\nu}\right) + \ldots$$

Setzt man diese Entwickelungen in die der Gleichung $c^2 = a^2 - b^2$ aequivalente Relation

$$(8.) \qquad R^4(q) = P^4(q) - Q^4(q)$$

ein, so ergeben sich für die Coefficienten $\delta_1, \delta_2, \ldots$ Recursionsformeln, aus denen man die ersten dieser Coefficienten leicht bestimmen kann. Man findet z. B.

$$\delta_1 = 0, \quad \delta_2 = 1, \quad \delta_3 = 0, \quad \delta_4 = 0, \quad \delta_5 = 0, \quad \delta_6 = 1, \quad \ldots\ldots,$$

so dass also

$$R(q) = 2q^{\frac{1}{4}} + 2q^{\frac{9}{4}} + \ldots,$$
$$P(q) = 1 + 2q + 2q^{2^2} + \ldots,$$
$$Q(q) = 1 - 2q + 2q^{2^2} - \ldots$$

III.

Es scheint ziemlich schwierig, aus den in der vorigen Nummer angedeuteten Recursionsformeln das allgemeine Gesetz für die Coefficienten δ_k abzuleiten. Wir wollen darum mit Gauss[2] nach dem Gesetze, welches sich aus den ersten Gliedern der Entwickelungen errathen lässt, die für $|q| < 1$ convergenten Reihen

$$(1.) \quad \begin{cases} \bar{P}(q) = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} q^{n^2} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} q^{n^2}, \\ \bar{Q}(q) = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n q^{n^2} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} (-1)^n q^{n^2}, \\ \bar{R}(q) = 2\sum_{n=0}^{\infty} q^{\left(\frac{2n+1}{2}\right)^2} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} q^{\left(\frac{2n+1}{2}\right)^2}. \end{cases}$$

bilden, und für diese dann die Gleichungen des arithmetisch-geometrischen Mittels zu verificiren suchen.

---

[1] Gauss a. a. O. S. 383.

[2] A. a. O. S. 384 ff.

Es ist

$$(2.)\quad \begin{cases} \bar{P}^4(q) = \sum\limits_{(n_1, n_2, n_3, n_4)} q^{n_1^2+n_2^2+n_3^2+n_4^2}, \\ \bar{Q}^4(q) = \sum\limits_{(n_1, n_2, n_3, n_4)} (-1)^{n_1+n_2+n_3+n_4} q^{n_1^2+n_2^2+n_3^2+n_4^2}, \\ \qquad (n_1, n_2, n_3, n_4 = -\infty, \dots +\infty) \end{cases}$$

und folglich

$$(3.)\quad \bar{P}^4 - \bar{Q}^4 = 2\sum_{(n_1, n_2, n_3, n_4)} q^{n_1^2+n_2^2+n_3^2+n_4^2}. \qquad n_1+n_2+n_3+n_4 \equiv 1 \pmod 2)$$

Da $n_1^2+n_2^2+n_3^2+n_4^2$ eine ungerade Zahl ist, so sind[1] unter den n_1, n_2, n_3, n_4 entweder eine ungerade und drei gerade oder drei ungerade und eine gerade, je nachdem

$$\sum_{k=1}^{4} n_k^2 \equiv 1 \quad \text{oder} \quad \sum_{k=1}^{4} n_k^2 \equiv 3 \pmod 4$$

ist. Betrachten wir ferner

$$(4.)\quad \bar{R}^4(q) = \sum_{(n_1, n_2, n_3, n_4)} q^{\frac{1}{4}\{(2n_1+1)^2+(2n_2+1)^2+(2n_3+1)^2+(2n_4+1)^2\}},$$

so ist der Exponent von q stets eine ganze ungerade Zahl.

Seien $a, b, c, d, \alpha, \beta, \gamma, \delta$ reale ganze Zahlen, so ist wie man leicht verificirt[2]

$$(a^2+b^2+c^2+d^2)(\alpha^2+\beta^2+\gamma^2+\delta^2) = (a\alpha - b\beta + c\gamma - d\delta)^2$$
$$+ (b\alpha + a\beta + d\gamma + c\delta)^2 + (a\gamma + b\delta - c\alpha + d\beta)^2 + (b\gamma - a\delta + c\beta - d\alpha)^2;$$

nehmen wir nun $\alpha = 1, \beta = -1, \gamma = 1, \delta = 1$, so ergiebt sich

$$\begin{aligned} 4(a^2+b^2+c^2+d^2) &= (a+b+c-d)^2 + (b-a+d+c)^2 \\ &\qquad + (a+b-c+d)^2 + (a-b+d+c)^2, \\ &= (b+c-d-a)^2 + (a+b+c+d)^2 \\ &\qquad + (b+d-a-c)^2 + (d+c-a-b)^2. \end{aligned}$$

Also entsprechen jeder Zerlegung einer Zahl s in eine Summe von vier Quadraten zwei ebensolche Zerlegungen von $4s$, und zwar ist für ein ungerades s in beiden Zerlegungen von $4s$ jedes der Quadrate eine ungerade Zahl. Hat man umgekehrt $4s$ als Summe von vier ungeraden Quadraten dargestellt

$$4s = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2,$$

so setzen wir, wenn $u_1 + u_2 + u_3 + u_4 \equiv 2 \pmod 4$ ist,

$$-a+b+c+d = u_1, \qquad a-b+c+d = u_2,$$
$$a+b-c+d = u_3, \qquad a+b+c-d = u_4,$$

[1] Vergl. für das Folgende z. B. Vahlen, Crelle's Journal Bd. 112, S. 27 ff.

[2] Gauss, a. a. O.

und wenn $u_1 + u_2 + u_3 + u_4 \equiv 0 \pmod 4$ ist,

$$a + b + c + d = u_1, \quad a + b - c - d = u_2,$$
$$a - b + c - d = u_3, \quad a - b - c + d = u_4;$$

dann ergeben sich beide Mal die a, b, c, d als ganze Zahlen, so dass also auch jeder Zerlegung von $4s$ in eine Summe von vier ungeraden Quadraten eine Zerlegung von s in eine Summe von vier Quadraten entspricht.

Daraus folgt, dass jede Zahl von der Form

$$n_1^2 + n_2^2 + n_3^2 + n_4^2, \quad n_1 + n_2 + n_3 + n_4 \equiv 1 \pmod 2),$$

zweimal vorkommt unter den Zahlen der Form

$$\tfrac{1}{4}\sum_{k=1}^{4}(2m_k + 1)^2,$$

und, dass jede Zahl von der letzteren Form einmal unter den Zahlen der ersteren Form enthalten ist. Wir schliessen hiernach aus den Gleichungen (3.), (4.), dass

$$\overline{R}^4 = \overline{P}^4 - \overline{Q}^4. \tag{5.}$$

Wir gehen nun an die Verification der Gleichungen (1.) der Nr. II, die für die P, Q, R wie folgt lauten:

$$\left\{ \begin{aligned} 2P(q_{n+2}) &= P(q_n) + Q(q_n), \\ 2R(q_{n+2}) &= P(q_n) - Q(q_n). \end{aligned} \right. \tag{6.}$$

Für die Entwickelungen (1.) haben wir

$$\overline{P}(q) + \overline{Q}(q) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} (q^{n^2} + (-1)^n q^{n^2}) = 2\sum_n (q^4)^{n^2},$$

also

$$\overline{P}(q) + \overline{Q}(q) = 2\overline{P}(q^4), \tag{7.}$$

und analog ergiebt sich

$$\overline{P}(q) - \overline{Q}(q) = 2\overline{R}(q^4). \tag{7a.}$$

Da nun aber

$$q_n = q^{2^n}, \quad q_{n+2} = q^{2^{n+2}} = q_n^4$$

ist, so sind die Gleichungen (7.), (7a.) mit den Gleichungen (6.) aequivalent.

Setzen wir nun

$$\overline{P}^2(q) = \mathfrak{a}, \quad \overline{Q}^2(q) = \mathfrak{b}, \quad \overline{R}^2(q) = \mathfrak{c}$$

und bilden aus diesen drei Grössen, zwischen denen nach (5.) die Relation

$$\mathfrak{c}^2 = \mathfrak{a}^2 - \mathfrak{b}^2$$

besteht, einen Algorithmus des arithmetisch-geometrischen Mittels

$$\mathfrak{a}_n, \quad \mathfrak{b}_n, \quad \mathfrak{c}_n, \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

so haben wir zufolge der Gleichungen (7.), (7a.)

$$\bar{P}^2(q_{2n}) = \mathfrak{a}_{2n}, \quad \bar{Q}^2(q_{2n}) = \mathfrak{b}_{2n}, \quad \bar{R}^2(q_{2n}) = \mathfrak{c}_{2n},$$

und folglich

$$M(\mathfrak{a}, \mathfrak{b}) = \lim_n \mathfrak{a}_{2n} = \lim_n \bar{P}^2(q_{2n}) = 1. \tag{8.}$$

Nach den Gesetzen des arithmetisch-geometrischen Mittels ist ferner

$$\frac{\pi}{2} \frac{M(\mathfrak{a}, \mathfrak{b})}{M(\mathfrak{a}, \mathfrak{c})} = \lim_n \log\left(\frac{4\mathfrak{a}_{2n}}{\mathfrak{c}_{2n}}\right)^{\frac{1}{2^{2n}}},$$

oder da

$$\frac{4\mathfrak{a}_{2n}}{\mathfrak{c}_{2n}} = \frac{(1 + 2q_{2n} + 2q_{2n}^4 + \ldots)^2}{\sqrt{q_{2n}}(1 + q_{2n}^2 + q_{2n}^{2\cdot 3} + \ldots)^2}$$

ist,

$$\frac{\pi}{2} \frac{M(\mathfrak{a}, \mathfrak{b})}{M(\mathfrak{a}, \mathfrak{c})} = \log q^{-\frac{1}{4}}. \tag{9.}$$

Sei $\mathfrak{q}$ eine noch zu bestimmende Grösse, deren absoluter Betrag kleiner ist als Eins, und setzen wir

$$a = \rho \bar{P}^2(\mathfrak{q}), \quad b = \rho \bar{Q}^2(\mathfrak{q}), \quad c = \rho \bar{R}^2(\mathfrak{q}),$$

so ist nach (8.)

$$M(a, b) = \rho M\big(\bar{P}^2(\mathfrak{q}), \bar{Q}^2(\mathfrak{q})\big) = \rho$$
$$M(a, c) = \rho M\big(\bar{P}^2(\mathfrak{q}), \bar{R}^2(\mathfrak{q})\big).$$

Da aber nach (9.)

$$-\frac{M\big(\bar{P}^2(\mathfrak{q}), \bar{Q}^2(\mathfrak{q})\big)}{M\big(\bar{P}^2(\mathfrak{q}), \bar{R}^2(\mathfrak{q})\big)} = \frac{\log \mathfrak{q}}{\pi}$$

und andererseits

$$-\frac{M(a, b)}{M(a, c)} = \frac{\log q}{\pi}$$

ist, so stimmt $\mathfrak{q}$ mit q überein, d. h. wir haben

$$\sqrt{\frac{a}{M(a, b)}} = \bar{P}(q), \quad \sqrt{\frac{b}{M(a, b)}} = \bar{Q}(q), \quad \sqrt{\frac{c}{M(a, b)}} = \bar{R}(q),$$

und damit sind die Entwickelungen (1.) verificirt.

Mit Benutzung der gebräuchlichen Bezeichnungen

$$\tau = i\frac{M(a, b)}{M(a, c)} = \frac{K'i}{K} = \frac{1}{\pi i} \log q,$$

$$P(q) = \vartheta_3(\tau), \quad Q(q) = \vartheta(\tau), \quad R(q) = \vartheta_2(\tau)$$

haben wir also für a, b, c die Darstellungen

$$a = M(a, b)\vartheta_3^2(\tau), \quad b = M(a, b)\vartheta^2(\tau), \quad c = M(a, b)\vartheta_2^2(\tau),$$

woraus

$$k = \frac{\vartheta_2^2(\tau)}{\vartheta_3^2(\tau)}$$

hervorgeht. Man hat jetzt nur noch auf irgend eine Weise zu zeigen, dass die Grösse τ für jeden von $0, 1, \infty$ verschiedenen complexen Werth von k^2 einen positiven Coefficienten von i besitzt, um den in der Einleitung erwähnten Eingang in die Theorie der Modulfunction gefunden zu haben.

Ausgegeben am 9. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
XXIX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

9. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Möbius las über den Umfang und die Einrichtung des zoologischen Museums zu Berlin.

Nach Linné waren 1758 nur 4236 Thierspecies wissenschaftlich beschrieben; jetzt sind über 400000 Arten bekannt, von denen über 200000 Arten durch mehr als 1776000 Exemplare in dem Berliner Museum vertreten sind. Dieses besteht seit 1888 aus der sehr umfangreichen Hauptsammlung im 1. und 2. Geschoss des Museums für Naturkunde und aus einer dem Publikum geöffneten Schausammlung von ausgewählten Hauptformen aller Thierklassen im Erdgeschoss.

2. Hr. Conze überreichte den Jahresbericht des Kaiserlich Deutschen archäologischen Instituts.

3. Die philosophisch-historische Classe hat für ihre grossen Unternehmungen bewilligt: 3300 Mark an Hrn. Kirchhoff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften; 6000 Mark an Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen.

4. Dieselbe Classe hat zu neuen wissenschaftlichen Arbeiten bewilligt: Hrn. Johannes Schmidt zur Herstellung eines littauisch-deutschen Wörterbuchs durch den Pfarrer Jurkschat in Cranz 3000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Emil Hübner in Berlin zur Herstellung eines Supplementbandes der Inscriptiones Hispaniae christianae 1600 Mark; Hrn. Dr. Joseph Paczkowski in Göttingen zur Fortführung und Abschliessung seiner agrarhistorischen Untersuchungen 1800 Mark; Hrn. Bibliothekar Dr. Georg Steinhausen in Jena zur Herausgabe eines 1. Bandes deutscher Privatbriefe des Mittelalters 400 Mark.

5. Die physikalisch-mathematische Classe hat zu wissenschaftlichen Unternehmungen bewilligt: Hrn. Engler zur Fortsetzung seiner Monographien ostafrikanischer Pflanzenfamilien 2000 Mark; Hrn. Schulze

zur Herausgabe eines Werkes über amerikanische Hexaktinelliden 1500 Mark; Hrn. Prof. Dr. Karl Brandt in Kiel zur Theilnahme an der diesjährigen Forschungsreise des Fürsten Albert I. von Monaco im Atlantischen Ocean 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Rudolf Burckhardt in Basel zu einer Arbeit über das Selachierhirn und die vergleichende Anatomie des Gehirns der Wirbelthiere 1000 Mark; Hrn. Prof. Dr. Emil Cohen in Greifswald zur Fortsetzung seiner Untersuchungen von Meteoreisen 1000 Mark; Hrn. Dr. Paul Graebner in Berlin zur Weiterführung seiner Studien über die Formation der Haide und die Entstehung der deutschen Haidebezirke 600 Mark; Hrn. Dr. Martin Krüger in Charlottenburg zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über die Alloxurbasen des Harns 500 Mark; Hrn. Dr. William Küster in Tübingen zu Untersuchungen über die gegenseitigen Beziehungen von Blut- und Gallenfarbstoff 500 Mark; Hrn. Dr. Theodor Loesener in Berlin zum Abschluss einer Monographie der Aquifoliaceen 500 Mark; Hrn. Dr. F. Ristenpart in Kiel zu Vorarbeiten für einen Thesaurus positionum stellarum fixarum 5000 Mark; Hrn. Dr. Adolf Sauer in Heidelberg zu geologischen Untersuchungen im Aarmassiv 1000 Mark; Hrn. Dr. Ernst Schellwien in Königsberg zu geologischen Untersuchungen in den palaeozoischen Ostalpen 1000 Mark.

Über den Umfang und die Einrichtung des zoologischen Museums zu Berlin.

Von K. Möbius.

Linné's glücklicher Gedanke, die von ihm beschriebenen Pflanzen und Thiere nicht bloss mit dem Namen der Species zu bezeichnen, sondern auch noch mit dem Namen des Genus als der nächst höheren Gruppe des von ihm aufgestellten Systems, ist das Fundament einer erstaunenswerthen Entwickelung der organischen Naturwissenschaften geworden. In seinem ersten Entwurfe eines Systems der Natur im Jahre 1735[1] stellte er 288 Thiergattungen auf; bei einer grösseren Zahl Gattungen führte er auch noch Arten an. Erst in der zehnten Ausgabe des Systems der Natur[2] führte er die Doppelbenennung aller beschriebenen Arten ohne Ausnahme durch. Da gerade dieser Ausgabe jetzt viele Zoologen einen entscheidenden Werth beilegen, wenn es sich um Feststellung der Autoren älterer Speciesbegriffe handelt, so habe ich die Anzahl der darin angeführten Arten mit den grossen Summen von Arten, die bis jetzt zur Kenntniss gelangt sind, zusammengestellt und neben diesen Zahlen auch angegeben, wieviel Arten und Exemplare von jeder Abtheilung im Museum für Naturkunde in Berlin vorhanden sind. Bei diesen Abschätzungen haben mich die Custoden und Assistenten der zoologischen Sammlung als specielle Kenner der von ihnen verwalteten Abtheilungen in dankenswerther Weise unterstützt. Die Zahl der Arten in der 10. Ausgabe des Linnéischen Systems der Natur habe ich den jetzt angenommenen Classen zugetheilt, also z. B. *Petromyzon*, *Raja*, *Squalus* u. a. Fische nicht zu den Amphibien gezählt wie Linné, und die Arten der *Vermes* bei den für diese jetzt angenommenen verschiedenen Evertebratenclassen angeführt.

Als Linné die zehnte Ausgabe seines Thiersystems mit den Worten abschloss: »Ea quae scimus sunt pars minima eorum quae ignoramus«,

[1] Caroli Linnaei Systema naturae sive Regna tria naturae systematice proposita per Classes, Ordines, Genera et Species, Lugduni Batav. MDCCXXXV, fol.

[2] Caroli Linnaei Systema naturae per Regna tria naturae secundum Classes, Ordines, Genera, Species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. T. I. Holmiae 1758. 8.

Thierclassen	Zahl der Species in Linnaei Systema naturae Edit. X, 1758	Ungefähre Zahl der jetzt bekannten Species	Ungefähre Zahl der Species im zoologischen Museum zu Berlin	Ungefähre Zahl der Exemplare im zoologischen Museum zu Berlin
Säugethiere	183	3500	2200	10100
Skelette	—	—	—	1400
Schädel	—	—	—	8000
Vögel	444	13000	10000	46550
Eier	—	—	—	23450
Skelette	—	—	—	1270
Reptilien und Amphibien	181	5000	2400	75000
Fische	414	12000	4880	22660
Lepidopteren	542	50000	17000	100000
Coleopteren	595	120000	70000	785000
Hymenopteren	229	38000	18000	175000
Dipteren	190	28000	12000	75000
Neuropteren	35	2050	1100	3600
Orthopteren	150	13000	5000	15000
Hemipteren	195	30000	10000	35000
Arachnoideen	78	20000	8000	40000
Myriapoden	16	3000	1200	15000
Crustaceen	89	8000	2800	14000
Pycnogoniden	—	150	50	183
Würmer	41	8000	2800	15000
Tunicaten	3	400	170	700
Bryozoen	35	1000	800	1000
Mollusken und Brachiopoden	674	50000	30000	300000
Echinodermen	29	3000	800	6000
Coelenteraten	74	3000	1210	4600
Spongien[1]	11	1500	670	2740
Protozoen	28	6000	290	—
	4236	418600	201370	1776253

war ihm bewusst, dass er nur eine sehr geringe Anzahl der lebenden Thierformen beschrieben hatte, schwerlich aber wird er sich vorgestellt haben, dass 140 Jahre später durch die Arbeiten von 2700 Autoren[2] über 400000 Thierspecies bekannt sein würden.

Die Linnéischen Schriften regten Naturforscher und Naturfreunde an, Thiere zu sammeln. Viele Regierungen rüsteten Expeditionen zur Erforschung der Länder- und Meeresfaunen aus; Akademien und wissenschaftliche Stiftungen schickten Zoologen zum Beobachten und Sammeln von Thieren in wenig untersuchte Erdgebiete. Die Gründung zoologischer Gärten, die Einrichtung zoologischer Stationen, die Erschliessung der Binnenländer von Asien, America, Africa und Australien

[1] In der zehnten Ausgabe stehen die Spongien in T. II bei den Pflanzen, in der zwölften 17 Arten bei den »Würmern«.

[2] In der Liste der Autoren zoologischer Art- und Gattungsnamen, zusammengestellt von den Zoologen des Museums für Naturkunde in Berlin (zweite Auflage 1896), werden 2701 Autoren in alphabetischer Folge angeführt.

führten den Zoologen so viele neue Thierformen zu, dass die öffentlichen Museen und die privaten Sammlungen erstaunlich bereichert wurden. Die Schriften der älteren gelehrten Gesellschaften konnten nicht alle Beschreibungen neuer Arten aufnehmen. Ausser Journalen für alle Thierclassen wurden daher Zeitschriften für Entomologie, Konchyliologie und Ornithologie in Europa und Nordamerica gegründet, zu denen in neuerer Zeit auch australische, südamericanische, südafricanische, indische und japanische Publicationen hinzugetreten sind, ganz abgesehen von umfangreichen Werken, in denen die Ergebnisse grosser zoologischer Unternehmungen veröffentlicht werden.

Was ist diesem wahrscheinlich noch lange andauernden Zustrome neuer Thierformen gegenüber zu thun? Ihn übersättigt unbeachtet zu lassen, gestattet der nimmer befriedigte Drang nicht, den Bau, die Entwickelung und Lebensweise der Thiere aller Länder und Meere immer genauer kennen zu lernen. Zur Bewältigung dieser wissenschaftlichen Riesenarbeit sind zwei Arten zoologischer Anstalten nöthig: zoologische Lehranstalten und grosse zoologische Museen.

Die zoologischen Lehrinstitute der Universitäten haben die Studirenden der Naturwissenschaften mit dem neuesten Stande der zoologischen Kenntnisse bekannt und durch makroskopische und mikroskopische Übungen mit den besten Methoden anatomischer, histologischer und embryologischer Untersuchungen vertraut zu machen. Dazu brauchen sie eine gute Lehrsammlung, bestehend aus einer didaktisch zweckmässigen Auswahl von Thieren aller Classen, zootomische und biologische Praeparate, Abbildungen, Modelle, zweckmässige Behälter für lebende Land- und Wasserthiere, gute Mikroskope und Mikrotome mit den nöthigen Nebenapparaten.

Grosse zoologische Museen haben zwei Aufgaben zu erfüllen; 1. sollen sie gute Exemplare aller erreichbaren Arten in systematischer Ordnung aufbewahren, um sie allen Forschern, die sie zu wissenschaftlichen und praktischen Zwecken untersuchen wollen, jederzeit darbieten zu können;

2. sollen sie dem gebildeten Publikum die Mannigfaltigkeit der Formen, den inneren Bau, die Lebensweise, Eintheilung und geographische Verbreitung der Thiere durch eine didaktisch zweckmässig ausgewählte Schausammlung vorführen.

In dem zoologischen Museum zu Berlin wurde die räumliche Absonderung der Schausammlung von der Hauptsammlung nach der Verlegung desselben in das Museum für Naturkunde im Jahre 1888 ausgeführt.

Die erste sehr umfangreiche und wichtigste Aufgabe wird hier auf folgende Weise zu erfüllen gesucht. Die Sammlungen aller Classen werden vermehrt durch Ankäufe gut conservirter Exemplare, durch

Tauschverkehr mit anderen öffentlichen und privaten Sammlungen, durch Aussendung von Zoologen zum Beobachten und Sammeln von Thieren auf Kosten staatlicher Anstalten und wissenschaftlicher Stiftungen, durch praktische Anleitungen, welche Reisenden, Colonialbeamten, Missionaren u. a. Personen im Conserviren verschiedener Thiere von Praeparatoren des Museums ertheilt werden, durch Belehrungen solcher Personen über besonders werthvolle höhere und niedere Thiere der von ihnen zu besuchenden Gebiete seitens der Verwalter der verschiedenen Thierclassen; durch Ausrüstung der unterrichteten Reisenden mit Sammelgeräthen, Weingeist und anderen conservirenden Stoffen; durch Versendung einer gedruckten »Anleitung zum Sammeln, Conserviren und Verpacken von Thieren für die zoologische Sammlung des Museums für Naturkunde«, welche die Zoologen des Museums ausgearbeitet haben.

Um möglichst breite und sichere Grundlagen für die Bildung der Artbegriffe anzusammeln, sucht das Museum die verschiedenen Geschlechter, Entwickelungszustände, Altersstufen und Varietäten jeder Species aus deren ganzem Verbreitungsgebiete zu erlangen. Dies führt zur Anhäufung ungeheurer Mengen von Exemplaren, die anders aufbewahrt werden müssen als die Thiere kleinerer zoologischer Museen und Lehrinstitute. Zwei Ziele sind hierbei maassgebend: 1. Sorge für möglichst gute und andauernde Erhaltung aller Exemplare und 2. bequeme Benutzbarkeit derselben zu wissenschaftlichen Untersuchungen jeder Art. Vor Staub werden alle Gegenstände durch gut schliessende Schränke und Kasten geschützt, vor bleichendem Lichte durch Verdunkelung aller Räume, die dem Publikum nicht geöffnet sind und in denen keine Arbeiten und Untersuchungen vorgenommen werden.

Die Hauptsammlung ist in 12 grossen Sälen und 4 Treppenräumen des ersten und zweiten Geschosses des Museums für Naturkunde aufgestellt, in denen jederzeit ohne Störungen des die Schausammlung besuchenden Publikums gearbeitet werden kann.

Nicht alle Säugethiere werden ausgestopft, viele werden als Bälge oder Häute in systematischer Folge aufgehängt oder in Weingeist conservirt. Die Skelette werden aufgestellt oder auch in verdeckte Pappkästen gelegt. Die Geweihe und Gehörne sind in den Säugethiersälen an den Wänden und eisernen Gestellen oberhalb der Schrankgesimse in systematischen Reihen aufgehängt. Die zahlreichen Schädel liegen in Holzschränken mit Schubkästen, jeder in einem besonderen Pappkasten; Schädel kleiner Nagethiere, Insectivoren und Chiropteren liegen in verkorkten Röhrengläsern. In Weingeist aufbewahrte Säugethiere und Theile derselben stehen bei den trockenen Säugethieren ihrer Gruppen. Die Berliner Säugethiersammlung enthält

Originaltypen folgender Autoren: Boddaert, Pallas, Illiger, Lichtenstein, Graf Hoffmansegg, Brants, Lesson, Wiegmann, Wagner, Kuhl, J. Müller, Meyen, Hemprich und Ehrenberg, Cabanis und Schomburgk, Gundlach, Peters, Hensel, Burmeister, Doria, Philippi, Dobson, Nehring, Noack, Reichenow, Matschie.

Die Hauptsammlung der Vögel enthält über 28000 ausgestopfte Exemplare und über 17000 Bälge in Schubkästen, viele auf Postamenten stehende und viele in Pappkästen von entsprechender Grösse liegende Skelette. Die Eier liegen systematisch geordnet in Schubkästen, jedes Gelege auf Baumwolle in einem besondern Pappkästchen. Die Vogelsammlung enthält Typen folgender Autoren: Illiger, Pallas, Lichtenstein, Wagler, Hemprich und Ehrenberg, Brehm, Peters, Hodgson, Cabanis, Sundevall, v. Heuglin, Hartlaub, Finsch, Reichenow, G. A. Fischer, Hartert, Böhm, Schalow, v. Berlepsch, O. Neumann.

Die meisten Reptilien und Amphibien sind in Weingeist conservirt. Viele in neuerer Zeit angefertigte Skelette werden in verdeckten Pappkästen von passender Grösse aufbewahrt. Die herpetologische Sammlung enthält Typen von Lichtenstein, Troschel, Schneider, Hemprich und Ehrenberg, Peters, Weinland, Buchholz und Peters, Peters und Doria, Fischer, Hilgendorf, Reichenow, Böttger, Matschie, Tornier, Werner.

Die meisten Exemplare der sehr umfangreichen Fischsammlung befinden sich in Spiritus. Eine grosse Anzahl der Bloch'schen Fische ist ausgestopft. Viele Skelette hat Joh. Müller zu seinen Untersuchungen anfertigen lassen. Typen haben folgende Autoren beschrieben: Bloch, Pallas, Joh. Müller, Müller und Henle, Valenciennes, Troschel, Peters, Hensel, v. Martens, Hilgendorf, Klunzinger, Reichenow.

Die trockenen Insecten werden in mehr als 7000 Schubkästen aufbewahrt, welche 51^{cm} lang, 42^{cm} breit und 7^{cm} hoch sind. Alle haben dichtschliessende verglaste Deckel. Die grösseren Schmetterlinge stecken auf Leisten in Kästen, deren Boden aus einer Glasplatte besteht, damit auch die Unterseite der Flügel betrachtet werden kann. Viele Imagines, Puppen und Larven werden in Weingeist aufbewahrt, viele Raupen von Gross- und Kleinschmetterlingen auch ausgeblasen und getrocknet. Eine grosse Zahl kleiner Insecten (Dipteren, Hymenopteren, Blattläuse, Schildläuse) sind als bequem zu untersuchende mikroskopische Praeparate vorhanden. Sehr reichhaltig ist die entomologische Sammlung an biologischen Praeparaten (Nestern, Gallen, Gespinnsten, Frassstücken). Sie enthält Typen von Illiger, Herbst, Burmeister, Germar, Klug, Erichson, Schaum, Dahlbom, Roger, H. Loew, Hopffer, Boheman, Mäklin, Gerstäcker, Hagen, Suffrian, J. P. E. Stein, Kiesewetter, Candèze, Schaufuss, Eichhoff, Baerensprung, Westwood,

Bouché, **Winnertz**, **v. Harold**, **Haag-Rutenberg**, **Kraatz**, **A. Dohrn**, **H. Dohrn**, **O. M. Reuter**, **Stål**, **Sahlberg**, **Dewitz**, **Reinhardt**, **Brunner v. Wattenwyl**, **Reitter**, **Maassen** und **Weymer**, **Karsch**, **Kolbe**, **Fromholz**, **Schletterer**, **Tosquinet**, **Kriechbaumer**, **Friese**, **Kohl**, **A. Handlirsch**, **R. Lucas**, **Emery**, **Mayr**, **Forel**, **H. de Saussure**, **Fleutiaux**, **Seidlitz**, **Faust**, **Quedenfeldt**, **Bourgeois**, **Kuwert**, **Brenske**, **Th. Becker**, **J. Weise**, **Schilsky**, **Rübsaamen**, **Moesary**, **Schmiedeknecht**, **v. Oertzen**, **J. Schmidt**, **K. M. Heller**, **Kerremans**, **Stadelmann**, **Wandolleck**, **O. Schwarz**, **W. Horn**, **Ohaus**, **Röschke**.

Die meisten Arachnoiden und Myriapoden werden in Weingeist aufbewahrt, trocken nur eine kleine Anzahl Arten in Insectenkästen, viele Milben als mikroskopische Praeparate. Typen von Arachnoiden haben beschrieben: **Herbst**, **Hemprich** und **Ehrenberg**, **C. L. Koch**, **L. Koch**, **v. Keyserling**, **Karsch**, **Peters**, **Kraepelin**, **C. J. Neumann**, **Lenz**, **Könike**; Typen von Myriapoden: **Brandt**, **C. L. Koch**, **Peters**, **Haase**, **Attems**, **Cook**.

Die ganze Sammlung trockener Insecten wird in jedem Monat durch Praeparatoren auf Schädlinge untersucht. Kästen, in denen solche bemerkt werden, werden mehrere Tage Schwefelkohlenstoffdämpfen ausgesetzt. In Folge dieser Überwachung treten Beschädigungen der trockenen Insecten jetzt nur noch selten auf.

Die meisten Crustaceen befinden sich in Weingeist. Viele getrocknete Decapoden, Stomatopoden, Isopoden und Cirripeden liegen in Pappkästen. Typen haben beschrieben: **Herbst**, **Lichtenstein**, **Mandt**, **Brandt**, **v. Nordmann**, **Wiegmann**, **Peters**, **Stein**, **Philippi**, **Kraus**, **Filippi**, **Darwin**, **Steenstrup**, **Targioni-Tozetti**, **Schiödte**, **Schödler**, **Gerstäcker**, **Dunker**, **Strahl**, **v. Martens**, **Buchholz**, **Hilgendorf**, **Th. Studer**, **Weltner**, **W. Müller**, **Vavra**, **Budde-Lund**, **Vanhöffen**.

Die sehr reichhaltige Hauptsammlung der Konchylien wird in 3240 Schubkästen (von 50^{cm} Länge und Breite) aufbewahrt. Die Exemplare liegen, nach Arten, Varietäten und Fundorten geordnet, in Pappkästen. In Glaspulten oberhalb der Schubkastenschränke stehen die in Weingeist conservirten Mollusken in derselben systematischen Folge wie die Konchylien. In gleicher Weise sind auch die Brachiopoden behandelt. Zahlreiche Radula- und andere mikroskopische Praeparate liegen in einem besonderen Schranke. Typen haben folgende Autoren beschrieben: **Pallas**, **Ehrenberg**, **Philippi**, **Troschel**, **Dunker**, **Albers**, **v. Martens**, **Jickeli**, **Bergh**, **Hilgendorf**, **Pfeffer**, **Kobelt**, **Simroth**, **Thiele**, **Plate**.

Unter den Tunicaten, welche alle in Weingeist conservirt sind, befinden sich Typen von **Chamisso**, **Kupffer**, **Langerhans**, **Traustedt** und **Weltner**, **Gottschaldt**.

Die Bryozoen sind theils in Weingeist aufbewahrt, theils liegen sie trocken in Kästen. Von vielen sind mikroskopische Dauerpraeparate angefertigt. Typen haben beschrieben: Ehrenberg, Kirchenpauer, Kraepelin, Meissner.

Die Sammlung der Würmer enthält die Rudolphi'schen Entozoen und viele von E. Grube erworbenen Polychaeten. Die meisten sind in Weingeist conservirt; trocken aufbewahrt werden nur eine Anzahl Annelidenröhren. Von vielen Arten sind mikroskopische Praeparate vorhanden. Originaltypen haben beschrieben: Rudolphi, Ehrenberg, Philippi, Grube, Peters, Selenka und de Man, Selenka und Bülow, v. Graff, Michaelsen, Brandes, Collin, Bürger, Apstein, Stadelmann, Reibisch, Böhmig, v. Linstow.

Die Echinodermen sind theils in Weingeist, theils trocken aufgestellt, beide in systematischer Ordnung neben einander. Zahlreiche mikroskopische Praeparate liegen in einem für diese bestimmten Schranke. Typische Exemplare haben beschrieben: Meyen, Müller und Troschel, Peters, Grube, v. Martens, Semper, Ludwig, Lampert, Th. Studer, Meissner.

Viele Coelenteraten sind in Weingeist aufbewahrt, trocken die meisten Korallen, viele Hydroidenstöcke und Gorgoniden, einige Alcyoniden und Pennatuliden. Die trockenen und die Weingeistexemplare derselben Gruppe stehen neben einander. Zahlreiche mikroskopische Praeparate werden in einem besonderen Schranke aufbewahrt. Unter den Coelenteraten sind Typen von Chamisso, Meyen, Ehrenberg, Philippi, Grube, Haeckel, Kirchenpauer, Klunzinger, Kölliker, v. Martens, Studer, Goette, Antipa, Kükenthal, Kwietniewski, Mai, Marktanner, Turneratscher, Ortmann, Schenk, Cam. Schneider, L. S. Schultze.

Die Spongiensammlung ist reich an gut conservirten Spiritusexemplaren und trockenen Stücken und enthält eine grosse Zahl mikroskopischer Praeparate. Typische Exemplare derselben haben beschrieben: Pallas, Lieberkühn, E. v. Martens, O. Schmidt, Bowerbank, Haeckel, Hilgendorf, Keller, Marshall, Lendenfeld, Dendy, Döderlein, Fristedt, Levinsen, Schuffner, Thiele, Topsent, Weltner, Breitfuss.

Ein sehr werthvoller Theil der Protozoensammlung besteht aus zahlreichen mikroskopischen Praeparaten, welche Ehrenberg aus vielen Organismen, die er zu den Infusorien zählte, angefertigt hat, und aus den Originalzeichnungen zu seinen berühmten Werken über lebende und fossile Protisten. Unter den Foraminiferenpraeparaten sind viele Dünnschliffe von Arten aus Mauritius. Typische Stücke haben beschrieben: Ehrenberg, G. v. Martens, Möbius, Weltner.

Für die Ausführung der zweiten Aufgabe des zoologischen Museums, das Publikum mit den äusseren Formen, dem inneren Bau,

der Lebensweise, der geographischen Verbreitung und der systematischen Eintheilung aller Thierclassen im Allgemeinen bekannt zu machen, ist Folgendes geschehen.

In sieben grossen Sälen und zwei Treppenräumen des Erdgeschosses ist eine Schausammlung aufgestellt, welche aus einer Auswahl von Thieren aller Classen besteht. Die ausgewählten Stücke bringen alle Hauptformen der Thierwelt zur Anschauung. Kleine Thierformen, welche mit unbewaffnetem Auge gar nicht oder nur undeutlich zu sehen sind, werden durch Abbildungen vorgeführt. Der innere Bau wird durch anatomische Praeparate, Modelle, Zeichnungen und beistehende Erklärungen erläutert. Die Namenschilder haben verschiedenfarbige Ränder, durch die das Verbreitungsgebiet der aufgestellten Arten bezeichnet wird. Bei vielen Arten stehen auch kleine Karten, auf denen das ganze Wohngebiet der betreffenden Art, Gattung oder Familie durch rothe Farbe angegeben ist.

Alle Gegenstände sind so aufgestellt, dass keiner den anderen verdeckt oder berührt; jeder kann den Blick des Beschauers als etwas Besonderes fesseln. Die innere Farbe der Schränke, Pulte und Kästen ist ein mattes Graugelb, das durch vielfache Versuche als die beste Hintergrundfarbe für Gegenstände der verschiedensten hellen und dunkelen Thierfarben gefunden wurde. Sie blendet nicht und ruft in dem Auge des Beschauers keine farbigen Nachbilder der betrachteten Gegenstände hervor. Die Unterlagen und Träger der ausgestellten Thiere haben dieselbe Farbe; sie sollen den Blick nicht von den Thieren ablenken und auf sich hinziehen, denn niemand geht in ein zoologisches Museum, um hübsche Postamente zu sehen.

Die Thiere aller Classen sind so angeordnet, dass die höchst entwickelten Formen in ihrem Behälter links oben stehen und dass die anderen in systematisch absteigender Stufenreihe nach unten und rechts nachfolgen. Wer die Thiere einer Gruppe, von den höheren zu den niederen Formen gehend, besichtigen will, hat ihnen daher in derselben Richtung zu folgen, wie den Worten beim Lesen eines Buches. An den oberen Rändern der Schränke sind die Namen der in ihnen aufgestellten Gruppen angebracht. Auf diese die ganze Schausammlung geltenden Angaben lasse ich noch Angaben über die verschiedenen Abtheilungen derselben folgen.

Die Säugethiere sind vertreten durch ausgestopfte Arten aller Familien. Ihr innerer Bau ist veranschaulicht durch Situs-, Haut- und Muskelpraeparate, durch Skelette, Schädel, Geweihe, Gehörne, Knochendurchschnitte, Metallausgüsse von Labyrinthen und Lungen, durch verschiedene Formen der Zähne, Nieren, Generationsorgane, Wirbel, Becken, Gehirne, Placenten und dergl. Die Entwickelung ist durch

eine lange Reihe von Schweine-Embryonen veranschaulicht. Bei den Walskeletten sind Abbildungen der lebenden Thiere aufgehängt, an den Knochen grosser Säugethiere deren Benennungen befestigt, neben den Pelzthieren zugerichtete Pelzstücke angebracht. Bei manchen deutschen Säugethieren sind deren Frassgegenstände und Losungen aufgestellt. Die meisten deutschen Fledermäuse sind in Weingeist auf Glasplatten ausgespannt und stehen in einem durchsichtigen Glasschranke vor einem Fenster: so kommen alle dünnhäutigen Organe derselben viel besser zur Anschauung als an ausgestopften Exemplaren.

In der systematischen Sammlung der Vögel stehen ausgestopfte Vertreter aller Familien, bei vielen Arten auch Skelette, Nester und Eier. An einer Silbermöve mit ausgebreitetem linken Flügel sind die Grenzen und Namen aller äusseren Körpertheile angegeben. Daneben steht ein Skelett derselben Art, dessen Knochen benannt sind.

Der Bau und die Entwickelung der Vogelfeder ist durch vergrösserte Modelle veranschaulicht. In einer Reihe von Praeparaten ist die Entwickelung des Hühnchens im Ei dargestellt, der innere Bau der Vögel durch Situs-, Injections-, Muskel- und Nerven-Praeparate, durch Metallausgüsse von Lungen und Labyrinthen, durch geöffnete Magen verschiedener Vögel, durch Längsschnitte von Schädeln und Beinknochen. In einem Pulte sind die Eier so zusammengestellt, dass die Unterschiede ihrer Grösse, Form und Beschaffenheit der Oberfläche leicht in's Auge fallen; dann folgen Eier aller Vogelfamilien und vielerlei Missbildungen von Hühnereiern. In einem Schranke sind viele Taubenrassen, in einem anderen Hühnerrassen aufgestellt. Die verschiedenen Stellungen der Flügel während des Fluges sind durch zehn Wachsmodelle dargestellt, welche der Pariser Physiolog Marey nach Momentphotographien von *Larus canus* hat arbeiten lassen.

Alle in Deutschland brütenden Vögel sind in verschiedenen Kleidern und Altersstufen aufgestellt, neben den meisten auch die Nester und Eier. Auch die Deutschland besuchenden Zugvögel und seltenen Gäste sind durch Exemplare vertreten. Unter den deutschen und lateinischen Namen enthalten die Namenschilder Bemerkungen über die Brut- und Zugzeit.

Die Mehrzahl der Schildkröten, die Krokodile und einige grosse Eidechsen sind ausgestopft ausgestellt, die meisten anderen Reptilien und Amphibien in Weingeist. Viele sind in kriechender Stellung auf Glasplatten befestigt; die meisten einheimischen Arten sind in lebenstreuen Stellungen in Weingeist auf Bimsstein in viereckigen Gläsern aufgestellt. Der innere Bau ist durch viele anatomische Praeparate, Skelette, Schädel, Wirbel, Zähne und Abbildungen veranschaulicht, die Entwicklung durch vergrösserte Modelle und Reihen postembryonaler Entwicklungsstufen in Spiritus.

Die Fischsammlung besteht aus einer das ganze System darstellenden Abtheilung, aus den deutschen Süsswasserfischen, den Fischen der Ost- und Nordsee und den Fischen des Mittelmeeres. Die meisten sind in Weingeist aufgestellt, viele in Schwimmlage an Glasplatten befestigt. Ausgestopft sind eine Anzahl aus der Bloch'schen Sammlung entnommenen Exemplare und mehrere sehr grosse Arten, unter diesen *Selache maxima* (Gunn.) von 7m8 Länge. Neben vielen Arten stehen deren Skelette. An einem grossen Skelett des *Serranus goliath* Ptrs. sind alle Knochen mit ihren lateinischen und vorhandenen deutschen Namen bezeichnet. Neben diesem Skelett stehen Schädel eines Affen und Delphins zur Vergleichung des Fischkopfes mit dem Schädel der Säugethiere. Der innere Bau der Fische ist durch anatomische Praeparate verschiedener Arten nebst beigefügten Abbildungen veranschaulicht, die embryonale Entwickelung der Forelle durch Wachsmodelle, die postembryonale durch Spirituspraeparate dargestellt. Zur Vergleichung des Fischgehirns mit den Gehirnen höherer Wirbelthiere sind vergrösserte Wachsmodelle von Gehirnen folgender Thiere neben einander gestellt: Hund, Kaninchen, Taube, Alligator, Frosch, Forelle, Haifisch, Neunauge.

In dem Saale der Arthropoden nehmen die Schmetterlinge und Käfer den grössten Raum ein; fast alle Arten der deutschen Schmetterlinge und viele deutsche Käferarten sind mit ihren Larven, Puppen und Frassgegenständen aufgestellt. Weniger umfangreich ist die Auswahl der übrigen deutschen Insecten. Viele Blatt- und Schildläuse und gallenerzeugende Arthropoden sind mit den von ihnen bewohnten Pflanzen aufgestellt. Von jeder Insectenordnung sind auch nichtdeutsche Arten in systematischer Folge zusammengestellt, um alle wichtigeren Formen vorzuführen. Der innere Bau und die Entwickelung der Insecten wird durch viele Spirituspraeparate dargestellt, die durch vergrösserte Zeichnungen und Erklärungen erläutert werden. Die Arbeiten gesellig lebender Insecten werden durch Nester von Wespen, Hummeln, Bienen, Ameisen und Termiten vorgeführt, die verschiedenen Formen der Beine und Mundtheile, das systematisch wichtige Flügelgeäder der Schmetterlinge, die mimetischen Formen und Farben mancher Insecten und der Saisondimorphismus der Schmetterlinge durch zweckmässige Zusammenstellungen veranschaulicht.

Die Hauptformen der Arachnoiden und Myriapoden werden durch eine Auswahl trockener und Weingeistexemplare gezeigt, der innere Bau durch anatomische Praeparate. Eine Anzahl deutscher Spinnen sind mit ihren Gespinnsten und Eiersäcken aufgestellt.

In der Crustaceensammlung nehmen die trockenen Dekapoden und Cirripeden den grössten Raum ein; den inneren Bau veranschau-

lichen anatomische Praeparate von Dekapoden, Xiphosuren und andere Ordnungen. Kleine durchscheinende Formen sind in einem vor einem Fenster stehenden Schranke in Weingeist aufgestellt. Die Lebensweise der Bohrasseln, einiger Cirripeden und schmarotzenden Copapoden wird durch biologische Praeparate zur Anschauung gebracht.

In der Molluskensammlung stehen viele grosse in Weingeist conservirte Cephalopoden, darunter *Ommastrephes gigas* Orb. ohne Arme 1^{m} lang. An einem Armstück von *Megateuthus martensi* Hilgd., von dem ein in Japan nach dem frischen Thier gearbeitetes Modell aufgestellt ist, sitzen 2^{cm} grosse Saugnäpfe. Ein Bulbus von derselben Species hat einen Durchmesser von 13^{cm}. Reichlich vertreten sind die Schalenformen aller Mollusken- und Brachiopodengruppen. Der Bau der Weichthiere ist durch Exemplare in Spiritus, anatomische Praeparate und Modelle veranschaulicht, über denen Abbildungen nach dem Leben aufgehängt sind. Alle deutschen Land- und Süsswasserconchylien sind ausgelegt, Mittelmeer- und Nordseeconchylien derselben Gruppen zur Vergleichung neben einander gebracht. Eier, Eierhülsen und Deckel von Gastropoden, bohrende Muscheln, Perlmuscheln und Perlen, merkwürdige Missbildungen von Conchylien und Beispiele technischer Verwendung von Muscheln und Schnecken sind zusammengestellt. Die getrockneten Bodenbestandtheile einer holsteinischen Austernbank sind mit den darauf lebenden Thieren in einem grossen Glaskasten ausgelegt, die zarteren Austernbankbewohner daneben in Weingeist aufgestellt.

Die Hauptformen der Tunicaten werden in Weingeist vorgeführt; ihr Bau durch anatomische Praeparate und Zeichnungen, die prächtigen Farben der Synascidien durch Farbendrucktafeln (nach Drasche) gezeigt. Die Salpen und Pyrosomen und andere durchscheinende Arten kommen in einem Glasschranke vor dem Fenster sehr gut zur Anschauung.

Die Bryozoen sind theils in Weingeist, theils trocken mit Bildern nach lebenden Thieren aufgestellt.

Die meisten Ordnungen der Würmer sind durch Weingeistexemplare, anatomische und biologische Praeparate und Bilder nach lebenden Individuen veranschaulicht. Ziemlich vollständig sind die dem Menschen und den Hausthieren schädlichen Entozoen mit den nöthigen Zeichnungen und Erklärungen vorgeführt.

Die verschiedenen Formen der Echinodermen sind durch trockene und Weingeistexemplare veranschaulicht, ihr Bau durch anatomische Praeparate, die Entwickelung durch vergrösserte Wachsmodelle ihrer Larven.

Den Formenreichthum der Korallen und Gorgoniden zeigen viele trockene Stücke. In einem grossen Glaskasten sind Korallen und die zwischen ihnen lebenden Krebse, Schnecken, Muscheln, Echino-

dermen und andere Thiere so zusammengestellt, wie sie auf Korallenriffen vorkommen. Weiche Coelenteraten sind in Weingeist aufgestellt, die Ctenophoren, Siphonophoren, Quallen und Hydroidpolypen in Glasschränken vor den Fenstern.

Spongien sind trocken und in Weingeist aufgestellt. Alle bei Berlin vorkommenden Süsswasserschwämme sind durch sehr schöne Stücke vertreten. Die verschiedenen Arten und Varietäten der Badeschwämme sind mit vergrösserten Abbildungen ihrer Hornfasern und mit Karten über ihre Verbreitung ausgelegt.

Die Hauptformen der Protozoen sind durch Abbildungen veranschaulicht. Einige gesellig lebende, Massen bildende Infusorien sind in Weingeist aufgestellt, grössere Arten der Foraminiferen, Proben von Globigerinenschlamm, Radiolarienschlamm und Diatomeenschlamm aus grossen Meerestiefen sind trocken ausgelegt.

Gegenwärtig sind ausser dem Director am Museum vierzehn Special-Zoologen angestellt. Die Säugethiere verwaltet Custos Matschie, die Vögel Custos Reichenow, die Reptilien und Amphibien Custos Tornier, die Fische Custos Hilgendorf, die Schmetterlinge Custos Karsch, die Käfer und Neuropteren Custos Kolbe, die Hymenopteren und Myriapoden Assistent Stadelmann, die Arachnoiden und Dipteren Assistent Dahl, die Hemipteren und Orthopteren Assistent Kuhlgatz, die Crustaceen und Pycnogoniden Assistent Römer, die Mollusken und Brachiopoden Custos und zweiter Director v. Martens, die Würmer und Tunicaten Custos Collin, die Echinodermen und Bryozoen Assistent Meissner, die Coelenteraten, Spongien und Protozoen Custos Weltner. Diese Anzahl wissenschaftlicher Arbeiter genügt nicht, insbesondere nicht in der ausserordentlich artenreichen entomologischen Abtheilung, um alle seit vielen Jahren angehäuften Vorräthe, die nöthigen neuen Ankäufe und die aus den deutschen Colonien eingehenden Thiere zu bestimmen und in die systematischen Kataloge einzutragen. Es können daher auch nicht alle von Zoologen, Anatomen, Ärzten, Forst- und Landwirthen, Beamten und Reisenden in den Colonien, Insecten- und Konchyliensammlern, Thierhändlern und anderen Personen an das zoologische Museum gerichtete wissenschaftlich und praktisch wichtige Fragen und Gesuche immer so schnell und eingehend erledigt werden, wie die wissenschaftlichen Museumsbeamten gern alle an sie gestellten Anforderungen erledigen möchten.

Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich Deutschen archäologischen Instituts.

Von Alexander Conze.

Zu Anfang des Rechnungsjahres 1897, über welches hier zu berichten ist, fand die jährliche ordentliche Gesammtsitzung der Centraldirection an den Tagen vom 7. bis 10. April statt. Es nahmen an ihr Theil die HH. Conze, Hirschfeld, Kekule von Stradonitz, Kiepert, Kirchhoff, Körte, Graf von Lerchenfeld-Köfering, Loeschcke, Michaelis, Schöne. Hr. Zangemeister war durch Unwohlsein verhindert.

Hr. Diels ist von der philosophisch-historischen Classe der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften an Stelle des durch den Tod uns genommenen Hrn. Curtius in die Centraldirection gewählt worden.

Hr. Kiepert legte sein Amt als Mitglied der Centraldirection am Ende des Jahres aus Gesundheitsrücksichten nieder.

In der Gesammtsitzung und zum Winckelmanns-Tage wurden zu Mitgliedern des Instituts gewählt, und zwar zu ordentlichen Mitgliedern die HH. Berlanga in Malaga, Justi in Bonn, Leo in Göttingen, Nicolaus Müller in Berlin, Montelius in Stockholm, Arthur H. Smith in London, ferner zu correspondirenden Mitgliedern die HH. Bethe in Basel, Bodensteiner in Amberg, Baron Castiglione Fil. Bacile in Spongano, van Ceuleneer in Gent, Dobrusky in Sofia, Gauckler in Tunis, Giovenale und Graeven in Rom, Jatta in Ruvo, Ibarra y Ruiz in Elche, Kretschmer in Marburg, Krispi auf Paros, Llabrès in Mahon (Menorca), Marchesetti in Triest, Patsch in Sarajevo, Pellegrini in Florenz, Schindler in Wien, Sixt in Stuttgart, Strack in Bonn, Tropea in Messina, Wackernagel in Basel, Wiedemann in Bonn.

Das Auswärtige Amt verlieh entsprechend den Wahlen der Centraldirection die Stipendien für classische Archäologie den HH. Herzog, Zahn und Ziebarth, je ein Halbjahrstipendium den HH. Freiherrn Lochner von Hüttenbach und Schönemann, das Stipendium für christliche Archäologie Hrn. Kurth.

Durch den Tod verlor das Institut die ordentlichen Mitglieder HH. Le Blant in Paris († 5. Juli 1897), F. von Pulszky in Budapest

(† 9. September 1897), ACHILLEUS POSTOLAKAS in Athen († 6. August 1897), VON SALLET in Berlin († 25. November 1897) und die correspondirenden Mitglieder HH. BERTOLDI in Venedig († 4. Juli 1897), BROGI in Chiusi († 3. Juli 1897), FERRAI in Padua († 17. Juli 1897), VON FINÁLY DE KEND in Klausenburg († 13. Februar 1898), PASCUAL GAYANGOS in Madrid († 4. October 1897), VON LÜTZOW in Wien († 22. April 1897), SCIUTO-PATTI in Catania († 6. Februar 1898), Graf TYSZKIEWICZ in Rom († 18. November 1897).

Dem Generalsecretar stand für die Redaction der in Berlin erscheinenden Institutsschriften auch in diesem Jahre Hr. WERNICKE zur Seite. Der 12. Band des »Jahrbuches« mit dem »Anzeiger« wurde abgeschlossen, ebenso das 4. »Ergänzungsheft des Jahrbuches«, die »Alterthümer von Hierapolis« von HUMANN, CICHORIUS, JUDEICH und WINTER, die letzte Publication, an welche CARL HUMANN mit Hand angelegt hat. Zu der archäologischen Bibliographie im »Anzeiger« haben wir auch von ausländischen Freunden der Sache die dankenswerthesten Beiträge erhalten. Ein drittes Heft der »Antiken Denkmäler« wurde auch in diesem Jahre nicht vollendet, aber nahezu fertiggestellt. Ebenso ist die Schlusslieferung der »Architektonischen Studien« von SERGIUS IWANOFF, die Caracalla-Thermen, der Vollendung nahe gekommen. Es ist der Theil seiner Arbeiten, welcher von IWANOFF am meisten zu publicationsfähiger Gestalt gebracht war; besonders bereichert wird er, indem Hr. HÜLSEN bei der von ihm übernommenen Herausgabe Eigenes hinzugebracht hat. Die Übersetzung des Textes in das Russische danken wir Hrn. ROSTOWZEW.

Hr. ROBERT vollendete während des Sommers 1897 die Drucklegung der ersten Abtheilung des dritten Bandes der »Antiken Sarkophage«, so dass dieser Theil im Herbst zur Ausgabe gelangte. Der zweite Theil dieses Bandes, Einzelmythen von Hippolytos bis Meleagros umfassend, ist in so weit vorbereitet worden, als die Tafeln provisorisch angeordnet und die Lücken im Material festgestellt wurden. Hr. ROBERT besuchte im Herbst Kopenhagen, um die in der Sammlung JACOBSEN und im Nationalmuseum befindlichen Sarkophage zu untersuchen und deren Zeichnungen zu revidiren. Die Zeichnungen in einem im Besitze der Frau Generalin VON BAUER in Cassel befindlichen Skizzenbuche, welches Hr. ROBERT dem H. TRESHAM zuschreibt, wurden, soweit sie Sarkophage darstellen, photographirt. Auch in anderer Weise wurde das Material an Zeichnungen und Photographien vermehrt. Hr. ARNDT war dazu auf einer Reise in Spanien behülflich, und einige vorzügliche Photographien von Sarkophagen werden ihm, andere Hrn. BENNDORF verdankt. Auch Hr. LUCAS bemühte sich freundlich für das Unternehmen,

Bei der Sammlung und Herausgabe der »Antiken Terracotten« wurden unter Hrn. Kekule von Stradonitz' Leitung auch im Jahre 1897 Kraft und Mittel auf zwei Hauptaufgaben verwendet, auf den Typenkatalog und die sogenannten Campana-Reliefs. Bei beiden wurde ein merklicher Fortschritt erreicht. Der schwierige Druck des von Hrn. Winter bearbeiteten Typenkatalogs hat begonnen, das Material ist im verflossenen Jahre um 211 Zeichnungen vermehrt worden. Auf ähnliche Vermehrung ist auch während des vorschreitenden Drucks noch zu rechnen. Für den Band der Campana-Reliefs hat Hr. von Rohden die Tafelvorlagen, sowie den Text zu den Tafeln im Manuscript vollständig fertiggestellt, ebenso das Manuscript für die Einleitung und grösstentheils für den umfänglichsten Text-Abschnitt, welcher die einzelnen Typen zusammenfassend erläutert. An der Herrichtung für den Druck betheiligt sich Hr. Winnefeld.

Die Tafeln zu Band III der von Hrn. G. Körte herausgegebenen »Etruskischen Urnen« sind, bis auf eine in Folge der Auffindung neuen Materiales neu herzustellende, im Stiche vollendet. Für die Drucklegung hat Hr. Körte bei einem Aufenthalt in Italien Alles in die Wege geleitet. Die Fertigstellung des Textes ist für den Beginn des kommenden Rechnungsjahres in Aussicht genommen.

Für die von der Königlichen Akademie der Wissenschaften unterstützte Fortsetzung der Gerhard'schen Sammlung »Etruskischer Spiegel« ist Hr. Körte auf seiner Reise in Italien thätig gewesen, indem er den im vorigen Jahresberichte als beabsichtigt erwähnten Supplementband in den Vorarbeiten gefördert hat.

Hr. Loeschcke war im letzten Jahre noch mehr als früher durch seine Betheiligung an den Arbeiten der Reichs-Limes-Commission in Anspruch genommen. Daher konnte die Sammlung der »Chalkidischen Vasen« nur durch weitere Vermehrung des Materials in Italien und Spanien fortschreiten. Hierbei haben die HH. Arndt und Karo in dankenswerther Weise mitgewirkt.

Hr. Schreiber hat für eine Neuausgabe der »*Statue antiche*« des Aldrovandi den im vorigen Jahresberichte erwähnten Besuch italienischer Archive im Herbst vorigen Jahres ausgeführt und das Material für den der Ausgabe beizufügenden Commentar wesentlich vermehrt. Ausser in Rom arbeitete er in Guastalla und in Parma.

Hr. von Domaszewski war namentlich durch eine ausgedehnte Orient-Reise an einer Förderung der vom Institute unterstützten »Sammlung römischer Reliefs mit Militär-Darstellungen« behindert.

Für die mit Unterstützung des Königlich preussischen Unterrichtsministeriums und des grossen Generalstabs erscheinenden »Karten von Attika« ist an der Generalkarte im Maassstabe von 1 : 100000 weiter-

gearbeitet, jedoch mit leider durch Krankheit herbeigeführter, erheblicher Hinderung des Leiters und Herausgebers, Hrn. Kaupert.

Die Herausgabe der im Auftrage der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien unternommenen Sammlung der »Attischen Grabreliefs« ist vom Institute weiter unterstützt worden, so namentlich durch die Betheiligung des athenischen Secretariats, an erster Stelle des Hrn. Wolters. Der Fortschritt war der gleiche wie im vergangenen Rechnungsjahre. Eine Lieferung, die neunte, ist erschienen, von der zehnten sind die Tafeln in Auflage fertig, der Text ist gesetzt.

Die Arbeit an der Sammlung der »südrussisch-griechischen Grabreliefs« ist von Hrn. von Kieseritzky weitergeführt. Eine Vermehrung des Materials verdanken wir Hrn. Gäbler, welcher die Exemplare der Sammlung Surutschan in Kischinew in Photographien und Beschreibungen beschaffte.

Das Schlussheft des 8. Bandes der »*Ephemeris epigraphica*«, für welches die *Indices* noch zu vollenden sind, wird voraussichtlich erst im Laufe dieses Sommers ausgegeben werden können.

Bei der römischen Abtheilung des Instituts nahm die Herausgabe der Mittheilungen ihren regelmässigen Fortgang; der 12. Band gelangte zum Abschlusse. Die öffentlichen Sitzungen hatten zahlreichen Besuch zu verzeichnen, neben den Cursen der beiden Herren Secretare fanden auch Studienausflüge nach Conca, nach Veji, nach Cervetri und Corneto statt. Hrn. Mau's Cursus in Pompeji wurde wieder im Juli mit wachsender Betheiligung abgehalten. Ein mehrwöchentlicher Cursus der Anschauung antiker Kunst in Italien fand für Gymnasiallehrer aus dem Reiche abermals im Herbste statt. Unter den Theilnehmern war Preussen vertreten durch sechs, Bayern, Sachsen und Württemberg durch je zwei, Baden, Hessen, Mecklenburg-Schwerin, Sachsen-Weimar, Oldenburg, Braunschweig, Sachsen-Altenburg, Anhalt und Elsass-Lothringen durch je einen Herrn. Im Mai und Juni machte der erste Secretar eine Erkundungsreise durch Sicilien und Unteritalien.

Für die Beschreibung der vaticanischen Sculpturen ist Hr. Amelung weiter thätig gewesen.

Die Verhältnisse der Bibliothek gestalteten sich günstig; der Zuwachs belief sich auf 573 Nummern gegen 354 im Vorjahre. Geschenke gingen ein von der Centraldirection der Monumenta Germaniae und der Reichs-Limes-Commission, von der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften, der Generalverwaltung der Königlichen Museen und der Königlichen Bibliothek zu Berlin, von der Königlich bayerischen Akademie der Wissenschaften, der Königlich sächsischen Gesellschaft

der Wissenschaften und der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft in Leipzig, dem Grossherzoglich badischen Unterrichtsministerium, der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien, der Accademia dei Lincei und der französischen Schule in Rom, dem französischen Unterrichtsministerium in Paris, den Trustees des Britischen Museums in London und der Königlich rumänischen Akademie der Wissenschaften zu Bukarest; ausserdem von Privaten, wie Hrn. von Bissing in Kairo, der Frau Gräfin Caetani-Lovatelli in Rom, den HH. Gauckler in Algier, Harnack in Darmstadt, Hartmann in Wien, Marucchi in Rom.

Von dem von Hrn. Mau verfassten Realkataloge der römischen Institutsbibliothek lagen Druckproben vor. Der Druck soll jetzt, mit der Absicht, ihn im laufenden Rechnungsjahre zu vollenden, beginnen.

Unter dem Zuwachse von photographischen Negativen, deren Copien beim römischen Secretariate käuflich gemacht werden und von denen ein neues Verzeichniss im Anzeiger des Jahrbuches erschien, sind zu erwähnen 59 Aufnahmen von Sculpturen, darunter ganzen Complexen der vaticanischen Galleria Lapidaria, sodann 52 Aufnahmen antiker Elfenbeinarbeiten, welche Hr. Graeven überliess.

Bei der athenischen Abtheilung des Instituts trat Hr. von Prott als Hülfsarbeiter für die Bibliothek und für epigraphische Arbeiten, die ihm zugleich von der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin übertragen wurden, ein.

Der 22. Band der Mittheilungen und das Register für die Bände 16 bis 20 sind erschienen. An der Publication der Funde vom thebanischen Kabirenheiligthume wurde weiter gearbeitet.

Die öffentlichen Sitzungen waren sehr stark besucht, ebenso die Vorträge der beiden Herren Secretare vor den Denkmälern und in den Museen, während die sonst üblichen Frühjahrs-Studienreisen der politischen Verhältnisse halber ausfallen mussten. Der erste Herr Secretar besuchte die preussischen Ausgrabungen in Priene und die österreichischen in Ephesos, ging ferner gemeinsam mit dem österreichischen Collegen Hrn. Wilhelm nach Arkadien, Ithaka und Lokris und unternahm im Februar d. J. eine mehrwöchentliche Studienreise nach Aegypten. Während der Zeiten seiner Abwesenheit trat in Athen der zweite Herr Secretar für ihn ein.

Die beiden Hauptunternehmungen des athenischen Secretariats, die Ausgrabungen im Westen der Akropolis und die Bearbeitung der Vasenfunde von der Akropolis, nahmen auch im verflossenen Rechnungsjahre ihren Fortgang, die erste unter Leitung des Hrn. Dörpfeld, die zweite unter der des Hrn. Wolters, neben dem Hr. Zahn in Athen für das Unternehmen eintrat. Dass die Ausgrabung, wenn auch mit einiger

Störung durch die Kriegsereignisse, weiter geführt werden konnte, verdanken wir wiederum dem freigebigen Eintreten deutscher Gönner, und zwar dieses Mal der Frau Erdwin Amsinck in Hamburg, der HH. Delbrück, Leo und Co. in Berlin, Hallbauer in Lauchhammer, Geheimen Commerzienrath Krupp in Essen, Commerzienrath Lehmann in Halle, Professor Martius in Bonn, Geheimen Commerzienrath Ernst von Mendelssohn-Bartholdy, sowie Franz und Robert von Mendelssohn in Berlin, Geheimen Commerzienrath Dr. von Mevissen in Köln, Hugo Oppenheim in Berlin, Geheimenrath Professor Dr. Schultze in Bonn, Geheimen Commerzienrath Veit in Berlin, der Weidmann'schen Buchhandlung in Berlin und Hrn. Dr. F. C. Witte in Rostock, endlich Hrn. Professor Dr. Martens in Elberfeld, welcher durch öffentliche Vorträge an seinem Wohnorte zugleich die Theilnahme weiterer Kreise für unsere Untersuchungen zu wecken unternahm. Ausser einem vom vorigen Jahre her verbliebenen Überschusse stand als Gesammtbetrag der neuen Gaben die Summe von 9381 Mark 70 Pfennigen zur Verfügung; sie ist wiederum bei der Legationscasse eingezahlt und wird dort verrechnet. Es wird damit möglich sein, bis in den nächsten Winter die Ausgrabungen noch fortzusetzen, worauf der Schlussbericht erstattet werden wird.

Eine kleine Ausgrabung am Theater in Pleuron fand durch die HH. Stipendiaten Herzog und Ziebarth statt.

Die Institutsbibliothek in Athen wurde durch Geschenke, Austausch und Kauf um 368 Nummern vermehrt. Geschenke gewährten das Reichsamt des Innern, das Reichspostamt, die Reichs-Limes-Commission, das Königlich preussische Cultusministerium, die Königliche Akademie der Wissenschaften und die archäologische Gesellschaft zu Berlin, die Athenische archäologische Gesellschaft, das französische Unterrichtsministerium, die Trustees des Britischen Museums, die *Association pour l'encouragement des études grecques en France*, die griechische Schule in Dimitsana, ausserdem zahlreiche Private, denen Allen wir auf das Wärmste danken. Ein solcher Dank gebührt ganz besonders auch noch den deutschen Universitäten, welche für unsere beiden Institutsbibliotheken ein für alle Mal die in das Bereich der Instituts-Studien fallenden Doctordissertationen auf unser Ansuchen uns zugesagt und mit deren Lieferung begonnen haben. Über den Rahmen aller dieser Vermehrungen reicht aber weit hinaus diejenige, welche wir dem letztwilligen Vermächtnisse des am 6. August v. J. in Athen hochbetagt verstorbenen Numismatikers und Mitgliedes des Instituts, Achilleus Postolakas, verdanken. Wie ihn jahrzehntelange treue Arbeitsgenossenschaft mit dem Institute verband, so hat er ein Denkmal seiner freundschaftlichen Gesinnung und einen bleibenden Nutzen für die Alter-

thumsstudien in Athen stiften wollen, indem er dem Institute seine ganze, gegen 4000 Bände umfassende und im schönsten Zustande befindliche Bibliothek, dazu seine Sammlung von Photographien und von Münzabdrücken, hinterlassen hat.

Die photographischen Negative der athenischen Zweiganstalt sind im verflossenen Jahre durch mehr als 1000 Neuaufnahmen vermehrt worden.

Das vergangene Jahr hat wieder eine besondere Gelegenheit geboten, Zeugniss davon abzulegen, wie hohen Werth das Institut auf die Antheilnahme der deutschen Gymnasialkreise an den archäologischen Studien fortdauernd legt, hat zugleich aber auf's Neue gezeigt, welch' dankenswerthes Entgegenkommen diesem Bestreben geschenkt wird. Für die 44. Versammlung deutscher Philologen und Schulmänner, welche im September-October in Dresden stattfand, hatten wir noch ein Mal zu einer Besprechung über die Beziehungen der Gymnasien zur Archäologie eingeladen, und die Mehrzahl der deutschen Regierungen liess sich bei dieser Besprechung durch Delegirte vertreten. Über den Verlauf ist im »Anzeiger« des »Jahrbuchs« 1897, S. 188 ff. berichtet worden. Bei dieser Gelegenheit wurde der Probedruck einer zweiten vom Institute im Bruckmann'schen Verlage in München hergestellten Schulwandtafel vorgewiesen. Sie stellt den sogenannten Alexandersarkophag aus Sidon dar. Das Negativ dazu verdanken wir der Direction des Kaiserlich ottomanischen Museums in Constantinopel. Auch diese Tafel hat inzwischen bereits ebenso zahlreiche Abnahme von Seiten deutscher Anstalten gefunden, wie die früher herausgegebene mit der Grabstele der Hegeso vom Dipylon.

Wir schliessen unseren Bericht mit dem Danke an den Verwaltungsrath der Dampfschifffahrts-Gesellschaft des österreichischen Lloyd für die Erleichterungen, welche der Verwaltungsrath auch im letzten Jahre unseren Beamten und Stipendiaten, und die Förderung, welche er damit unseren Studien gewährt hat.

Ausgegeben am 16. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1898.
XXX.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

16. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

1. Hr. Engler las »über afrikanische Moraceen« im Anschlusse an seine mit Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften herausgegebene und demnächst im Verlage von W. Engelmann, Leipzig, erscheinende »Monographie der afrikanischen *Moraceae*« excl. *Ficus*.

Als wesentliche Resultate der Untersuchung haben sich für die Moraceen folgende ergeben: 1. eine auffallend starke Verwandtschaft der afrikanischen Waldflora mit der tropisch-amerikanischen; 2. eine geringere Verwandtschaft mit der tropisch-asiatischen Waldflora; 3. nicht unwesentliche Unterschiede zwischen der ost- und west-afrikanischen Waldflora; 4. eine sehr erhebliche Differenz zwischen der abyssinischen Waldflora und der des übrigen tropischen Afrika; 5. Anpassung eines tropisch-afrikanischen Waldfloren-Elementes (*Dorstenia* Sect. *Kosaria*) für die Steppen und Wüstengebiete, sowie für die Bergwiesenflora Afrikas.

2. Derselbe berichtet ferner »über die afrikanischen *Melastomataceae*« nach einer demnächst erscheinenden Abhandlung des Hrn. Dr. Gilg, Privatdocent in Berlin.

Es ist namentlich hervorzuheben, dass trotz der reichen Entwickelung dieser Familie in Afrika und Amerika keine engeren Beziehungen zwischen den afrikanischen und amerikanischen *Melastomataceae* bestehen, vielmehr solche zwischen den ostafrikanischen und indomalayischen vorhanden sind, während in Westafrika ein specifisch afrikanischer Stamm zu hoher Entwickelung gelangt ist.

3. Hrn. Klein las über einen ausgezeichneten Buntkupfererzkrystall vom Frossnitzgletscher am Südabhang des Gross-Venedigerstocks in Tyrol.

Bemerkenswerth sind das Vorkommen dieses Erzes mit Gold und die zum ersten Male beobachtete Combination von $^3/_2O^3/_2$ (322) und 2O2 (211) an ersterem Mineral.

4. Hrn. van't Hoff las eine mit Hrn. Dr. A. P. Saunders bearbeitete siebente Mittheilung aus seinen »Untersuchungen über die

Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers«.

Bei Sättigung an Chlornatrium tritt Natriumsulfat bei 25° nur anhydrisch, also als Thenardit auf. Die Bildung von Kaliumsulfat ist ausgeschlossen und an dessen Stelle erscheint nur das Doppelsalz mit Natriumsulfat, Glaserit. Sulphohalit, ein als Doppelsalz von Natriumchlorid und -sulfat beschriebenes Mineral, stellte sich in den einzigen zwei erhaltbaren Proben als Chlornatrium heraus und war auch nicht künstlich darstellbar.

Über einen ausgezeichneten Buntkupfererzkrystall vom Frossnitzgletscher, Gross-Venedigerstock, Tyrol.

Von C. Klein.

In seiner Beschreibung der Mineralien des Gross-Venedigerstocks in Tyrol gibt E. Weinschenk[1] auch Gold und Buntkupfererz an. Er weist auf das Zusammenvorkommen dieser beiden Körper hin, denen sich Albit, Calcit, Chlorit u. s. w. als begleitend hinzugesellen und vermuthet, dass die Fundstätte im Gebiete der Eklogite in der Nähe der Weissspitze liege.

Vom Buntkupfererz beschreibt er einen Krystall von 3cm5 Durchmesser und der Form 2O2(211).

Ich bin heute in der Lage über einen neuen Fund dieses ausgezeichneten Vorkommens berichten zu können.

Als Fundort eines 5cm im Durchmesser grossen Buntkupfererzkrystalls[2], der, wie der von Weinschenk beschriebene, mit Malachit überzogen ist, wird der Frossnitzgletscher am Südostabhange des Gross-Venedigerstocks angegeben.

Der Krystall ist ikositetraëdrisch ausgebildet, die Flächen sind nur zum Theil glatt, sonst uneben und rauh und es umgibt ihn, im Sinne eines Würfelhauptschnitts gelegen, ein Kranz von Albit, Calcit, Chlorit und Brauneisen. Zu beiden Seiten dieses Kranzes ist der Krystall entwickelt; auf der einen Seite besser als auf der anderen. Auf der besser entwickelten Seite ist in eine Ikositetraëderfläche Gold eingewachsen, die Stelle ist 6mm lang und 3mm breit.

Vom Muttergestein ist nichts zu erhalten gewesen, auch ein zweites grösseres Stück desselben Gangvorkommens lässt nur Gangmittel mit aufgewachsenen Krystallen von Albit, Calcit, Chlorit u. s. w., aber kein distinctes Gestein, also entweder Granit oder Eklogit, erkennen.

[1] E. Weinschenk. Die Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstocks in den hohen Tauern. Zeitschr. f. Krystall. 1896. Bd 26. S. 337 u. f.

[2] Die qualitative Analyse ergibt: Kupfer, Eisen, Schwefel. Die Farbe der frischen Bruchfläche des Minerals ist eine Mittelfarbe zwischen Kupferroth und Tombackbraun.

Wenn man den Krystall näher untersucht, so findet man, dass ihn das Ikositetraëder

$$\frac{3}{2}O\frac{3}{2}(322)$$

aufbaut, denn man misst

die Kanten *B*	die Kanten *C*
122°	160°

mit dem Anlegegoniometer und berechnet dieselben zu

121° 57' 26" und 160° 15' 0".

Geht man aber zu den oktaëdrischen Eckpunkten über, so findet man an denselben die Kanten *B* nicht in geradem Verlaufe, sondern hier von stärkerer Neigung zu den Axen *a*, und die Messung ergibt:

131° 30',

während 131° 48' 37" der geforderte Werth für 2O2(211) ist.

Es liegt also eine für das Buntkupfererz neue Combination der Gestalten $\frac{3}{2}O\frac{3}{2}(322)$ und 2O2(211) vor, von denen erstere Gestalt überhaupt am Buntkupfererz bisher noch nicht beobachtet gewesen ist.

Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers.

VII. Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25°.

Qualitativer Theil: 1. Thenardit, Glaserit und Sulphohalit.

Von J. H. van't Hoff und Dr. A. P. Saunders.

Die jetzt mitzutheilenden Resultate bilden den Abschluss der bei 25° für unsere Zwecke durchzuführenden Bestimmungen von Löslichkeit und Krystallisationsgang, da die weiteren nicht im Titel genannten Salze des Meereswassers, in erster Linie die Kalksalze, durch die geringe Löslichkeit des Calciumsulfats, auf die bei Sättigung an den oben bezeichneten Verbindungen obwaltenden Concentrationen keinen wesentlichen Einfluss ausüben.

Der Einblick in diese Resultate wird wohl am leichtesten erhalten, falls zunächst die qualitative Seite des Problems berücksichtigt wird, und also einerseits die Körper zusammengestellt werden, die bei Vorhandensein der im Titel bezeichneten Salze bei 25° auftreten, und andererseits die Reihenfolge, in der sie sich beim Auskrystallisiren ausscheiden. Die quantitativen Ergebnisse beziehen sich dann auf die Concentrationen der in Betracht kommenden Lösungen und die Mengen der krystallinischen Ausscheidungen. Eine sehr wesentliche Vereinfachung hierbei wird durch Einschränkung der Untersuchung auf diejenigen Fälle erzielt, in denen Sättigung an Chlornatrium vorliegt, was den bei der Bildung der natürlichen Salzlager obwaltenden Verhältnissen wohl durchwegs entspricht.

I. Zusammenstellung der bei 25° auftretenden Verbindungen.

Nehmen wir bei dieser Zusammenstellung, bei der also Steinsalz (ClNa) in erster Linie anzuführen ist, als Grundlage die nach einer früheren Abhandlung[1] bei 25° auftretenden Salze, falls nur Kalium und

[1] Diese Berichte 1897. 1022.

Magnesium als Chloride und Sulfate und noch nicht Natriumverbindungen vorhanden sind:

	Verbindung	Formel	Als Mineral
1.	Natriumchlorid	$NaCl$	Steinsalz
2.	Kaliumchlorid	KCl	Sylvin
3.	Kaliummagnesiumchlorid	$KMgCl_3 . 6H_2O$	Carnallit
4.	Magnesiumchlorid	$MgCl_2 . 6H_2O$	Bischoffit
5.	Magnesiumsulfathexahydrat	$MgSO_4 . 6H_2O$	—
6.	Magnesiumsulfatheptahydrat	$MgSO_4 . 7H_2O$	Reichardtit
7.	Magnesiumkaliumsulfat	$MgK_2(SO_4)_2 . 6H_2O$	Schönit

Das früher mitaufgenommene Kaliumsulfat fällt in dieser Tabelle fort, da bei Sättigung an Chlornatrium Bildung dieses Salzes, wenigstens bei 25°, ausgeschlossen ist, indem statt desselben ein unter Chlorkaliumbildung entstandenes Doppelsalz auftritt:

8.	Kaliumnatriumsulfat	$K_3Na(SO_4)_2$	Glaserit

Es treten dann zwei bis dahin unbekannte Hydrate von Magnesiumsulfat hinzu, welche aus dem Hexahydrat unter Wasserabspaltung bei steigendem Magnesiumchloridgehalt der Lösung entstehen:

9.	Magnesiumsulfatpentahydrat	$MgSO_4 . 5H_2O$	—
10.	Magnesiumsulfattetrahydrat	$MgSO_4 . 4H_2O$	—

Eine weitere Entwässerung, etwa bis zum Kieserit ($MgSO_4 . H_2O$) wurde bei 25° auch unter Einfluss der stärkst gesättigten Lösung im Krystallisationsendpunkt nicht beobachtet. Ebenso fehlen noch Kainit ($MgSO_4 . KCl . 3H_2O$), Leonit ($MgSO_4 . K_2SO_4 . 4H_2O$) und Langbeinit ($K_2SO_4 . 2MgSO_4$). Dagegen treten zwei Natriumverbindungen neu hinzu:

11.	Natriumsulfat	Na_2SO_4	Thenardit
12.	Natriummagnesiumsulfat	$Na_2Mg(SO_4)_2 . 4H_2O$	Astrakanit

Von den sonst noch möglichen und bekannten Verbindungen sind Glaubersalz ($Na_2SO_4 . 10H_2O$) und Löweït ($MgSO_4 . Na_2SO_4 . 2H_2O$) ausgeschlossen, da bei Sättigung an Chlornatrium ersteres nur unterhalb 25°, letzteres nur oberhalb 25° auftreten kann, während ein als Sulphohalit beschriebenes Doppelsalz ($2NaCl . 3Na_2SO_4$) nach unseren Erfahrungen nicht existirt.

II. Krystallisationsgang bei 25°.

Nehmen wir auch hier als Grundlage die nach einer früheren Abhandlung[1] bei 25° ohne Anwesenheit von Natriumverbindungen ob-

[1] Diese Berichte. 1897, 1027.

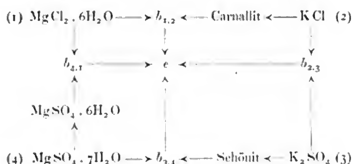
waltenden Verhältnisse. Dieselben kommen darauf hinaus, dass es vier ein einziges Salz enthaltende und daran gesättigte Lösungen giebt und zwar mit Sättigung an:

1. Magnesiumchlorid, 2. Kaliumchlorid, 3. Kaliumsulfat und 4. Magnesiumsulfat.

Jede der vier Gruppen von zwischenliegenden Lösungen, welche nur zwei Salze enthalten, z. B. Magnesium- und Kaliumchlorid, führt beim Einengen zu einer und derselben an zwei Salzen gesättigten Lösung, und zwar in:

$b_{1.2}$ an Magnesiumchlorid und Carnallit,
$b_{2.3}$ » Kaliumchlorid und Kaliumsulfat,
$b_{3.4}$ » Magnesiumsulfatheptahydrat und Schönit,
$b_{4.1}$ » Magnesiumsulfathexahydrat und Magnesiumchlorid.

Von diesen vier Punkten b gehen die, falls die Lösung sämmtliche mögliche Salze enthält, nach früherem eine Hauptrolle spielenden »Krystallisationsbahnen e« aus, welche unter gleichzeitiger Ausscheidung von einem jedesmaligen Salzpaar zum selben »Krystallisationsendpunkt« führen, wo die Lösung unter Ausscheidung von drei Salzen, Magnesiumchlorid, Carnallit und Magnesiumsulfathexahydrat erstarrt. Einen Überblick der obwaltenden Verhältnisse bietet dementsprechend die nachstehende Zusammenstellung:



Bei Sättigung an Chlornatrium gestaltet sich das ganze Bild entsprechend, aber einfacher. Diese sehr willkommene Vereinfachung ist zwei Umständen zuzuschreiben. Einerseits bildet Chlornatrium mit keinem der in Betracht kommenden gleichjonigen Salze, also Chlorkalium, Chlormagnesium und Natriumsulfat, ein Doppelsalz. Andererseits bildet es mit keinem der sonst in Betracht kommenden Salze eine einfache nur dieses und Chlornatrium enthaltende und daran gesättigte Lösung: bei Anwesenheit von Chlornatrium veranlasst z. B. Zusatz von Magnesiumsulfat, bevor daran Sättigung erreicht ist, Astrakanitbildung, unter Übergang von Magnesiumchlorid in die Lösung; bei Zusatz von Kaliumsulfat erfolgt, ebenfalls bevor Sättigung daran erreicht ist, Bildung von Glaserit unter Übergang von Kaliumchlorid

in die Lösung u. s. w. Die bei Sättigung an Chlornatrium obwaltenden Verhältnisse kommen durch diese vereinfachenden Momente darauf hinaus, dass es sich um drei an je einem Salz gesättigte Lösungen handelt und drei zwischenliegende »Krystallisationsbahnen«, die im »Krystallisationsendpunkt« zusammentreffen.

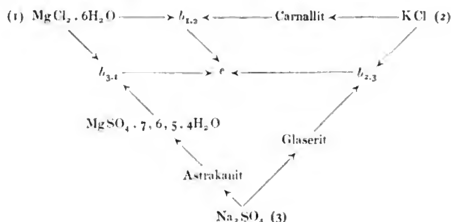
Die neben Chlornatrium nur ein einziges Salz enthaltenden Lösungen, welche daran sowie an Chlornatrium gesättigt sind, beziehen sich auf Sättigung an:

1. Magnesiumchlorid, 2. Kaliumchlorid und 3. Natriumsulfat.

Jede der drei Gruppen von zwischenliegenden Lösungen, welche neben Natrium bez. nur Chloride enthalten, also frei von Sulfaten oder von Magnesium oder von Kalium sind, führt beim Einengen zu einer und derselben an Chlornatrium und zwei anderen Salzen gesättigten Lösung, und zwar in:

$b_{1.2}$ an Magnesiumchlorid und Carnallit,
$b_{2.3}$ » Kaliumchlorid und Glaserit,
$b_{3.1}$ » Magnesiumsulfattetrahydrat und Magnesiumchlorid.

Von diesen drei Punkten b gehen, falls die Lösung sämmtliche mögliche Salze enthält, die »Krystallisationsbahnen« aus, welche unter gleichzeitiger Ausscheidung von Chlornatrium und eines jedesmaligen Salzpaares zum selben »Krystallisationsendpunkt« führen, wo die Lösung unter Ausscheidung von Chlornatrium, Magnesiumchlorid, Carnallit und Magnesiumsulfattetrahydrat erstarrt. Den dementsprechenden Überblick bietet die nachstehende Zusammenstellung:



Nachdem hiermit die Hauptzüge gegeben sind, sei das zu deren Feststellung gesammelte Detail vorgeführt und zwar zunächst dasjenige, was sich auf das Auftreten von Thenardit, Glaserit und Sulphohalit bei unserer Untersuchung bezieht.

III. A. Thenardit. Abwesenheit des Glaubersalzes bei Sättigung an Chlornatrium bei 25°.

Die Temperatur von 32°6, bei der Glaubersalz ($SO_4Na_2 . 10H_2O$) unter Wasserabspaltung sein Anhydrid, bez. Thenardit bildet, wird bekanntlich durch Zusatz von löslichen Fremdkörpern wie ein Schmelzpunkt herabgedrückt. Bei Zusatz von Chlornatrium beträgt diese Erniedrigung nach einer früheren annähernden Bestimmung[1] fast 20°, was der Beobachtung von Retgers[2] entspricht, dass aus chlornatriumhaltigen Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur Natriumsulfat sich anhydrisch, also als Thenardit, ausscheidet. Zwecks dieser Untersuchung wurde die untere Temperaturgrenze, um die es sich bei Anwesenheit von Kochsalz in Überschuss handelt, von Meyerhoffer und Saunders bestimmt, wozu sich der Beckmann'sche Apparat zur Gefrierpunktsbestimmung vorzüglich eignet, speciell falls man den äusseren Mantel des Doppelgefässes mit einer halbgeschmolzenen Mischung von Glaubersalz und Chlornatrium in Überschuss umgiebt. Selbstverständlich muss dabei die Temperatur des Arbeitsraumes unterhalb der zu bestimmenden gelegen sein. Letztere stellt sich dann bei 17°9 als Maximum in der erstarrenden Salzmischung ein. Damit steht fest, dass bei Sättigung an Kochsalz Natriumsulfat bei 25° nur als Thenardit auftreten kann und also Glaubersalz bei unseren Bestimmungen keine Rolle spielt.

III. B. Glaserit. Abwesenheit des Kaliumsulfats bei Sättigung an Chlornatrium bei 25°.

Das Auftreten von Glaserit[3] $K_3Na(SO_4)_2$ statt Kaliumsulfat in den Salzlagern hängt bekanntlich mit der vorherrschenden Anwesenheit von Chlornatrium zusammen und durch systematische bei 25° angestellte Krystallisationsversuche haben wir feststellen können, dass Sättigung an Chlornatrium das Auftreten von Kaliumsulfat vollständig ausschliesst.

Der Versuch wurde auf zwei Wegen durchgeführt:

Einerseits wurde von einer an Chlornatrium gesättigten Lösung ausgegangen und nach Zusatz von Kaliumsulfat eingeengt; die erste neben Chlornatrium auftretende Krystallisation war bei 25° Glaserit. Wurde nunmehr weiter eingeengt oder nach vorheriger Aufnahme von neuen Mengen von Kaliumsulfat in der Wärme bei 25° stehen

---

[1] Van't Hoff und van Deventer. Zeitschr. f. physik. Chemie 1, 182.

[2] Neues Jahrb. für Min., Geol. und Palaeont. 1891, I. 276.

[3] Vom Rath. Vorkommen mit Steinsalz in Sicilien. Pogg. Ann. Ergänzungsb. 6. 359. Bücking. Vorkommen mit Steinsalz und Kainit in Westerregeln. Zeitschr. f. Kryst. 15. 561. S. auch Retgers. Zeitschr. f. phys. Chemie 6. 205.

gelassen, so trat als drittes Salz nicht Kaliumsulfat sondern Kaliumchlorid auf und von nun an hatte weiterer Zusatz von Kaliumsulfat nur Aufzehrung von Chlornatrium unter vermehrter Kaliumchloridbildung zur Folge.

Andererseits wurde von einer an Kaliumsulfat gesättigten Lösung ausgegangen und nachgewiesen, dass bei Zusatz von Chlornatrium, noch ehe daran Sättigung eintritt, Bildung von Glaserit erfolgt, während weiterer Kaliumsulfatzusatz dann unter Aufzehrung von Chlornatrium zu vermehrter Glaseritbildung führt.

Kaliumsulfat neben Chlornatrium begegnet man also auf keinem der beiden Wege, was das Auftreten von Kaliumsulfat bei unserer Untersuchung ausschliesst.

III. C. Sulphohalit. Dessen wahrscheinliche Nichtexistenz.

Im American Journal of Science 1888, 463 beschreiben Hidden und Mackintosh ein vom Borax Lake (California) herrührendes Mineral, dessen Analyse:

Cl	13.12	Procent
SO_3	42.484	»
Na_2CO_3	1.77	»

zur Annahme führte, dass ein Doppelsalz von Chlornatrium und Natriumsulfat, deshalb Sulphohalit, von der Zusammensetzung $3Na_2SO_4$, $2NaCl$ vorliege:

Cl	13.05	Procent
SO_3	44.16	»

Als dann bei unserer Untersuchung der Salzlagervorkommnisse die Bildungsverhältnisse dieses Doppelsalzes an die Reihe kamen und die directe Darstellung aus Lösungen der beiden Componenten uns nicht gelang, suchten wir uns ein Exemplar des genannten Minerals zu verschaffen.

Da das betreffende Mineral aus dem Lager von Dr. Foote (Philadelphia) herrührte, haben wir uns zunächst an diese Bezugsquelle gewandt und erhielten unter dem Namen Sulphohalit einen 0gr65 schweren, fast farblosen, schlecht ausgebildeten, rundlichen Krystall. Derselbe zeigte sich bei der optischen Beobachtung, die wir dem Geheimen Bergrath Klein verdanken, isotrop, also regulär, wie solches auch von Sulphohalit angegeben wird. Die specifische Gewichtsbestimmung ergab jedoch 2.161 bei Zimmertemperatur, während Hidden und Mackintosh 2.489 angeben. Da das specifische Gewicht des Chlor-

natriums nach Retgers[1] 2.167 bei 17° beträgt, lag der Gedanke an eine Verwechselung mit Steinsalz nahe, welcher in der Abwesenheit der Sulfatreaction ihre volle Bestätigung fand.

Auf unsere diesbezügliche Mittheilung an Dr. Foote hat derselbe in zuvorkommendster Weise sich bemüht, uns ein Exemplar wirklichen Sulphohalits zu besorgen und sich dazu auch, jedoch vergeblich, an Hrn. Hidden gewendet. Zufällig erhielt er aber gleichzeitig eine früher nach Europa gesandte Probe zurück, welche er uns zur Verfügung stellte mit dem Bemerken, dass dieselbe das einzige jetzt unter dem Namen Sulphohalit zu erhaltende Exemplar sei.

Bei Untersuchung zeigte sich jedoch das specifische Gewicht (2.16) demjenigen des Chlornatriums wiederum so ähnlich, dass sofort eine Analyse vorgenommen wurde mit dem Ergebniss, dass keine nennenswerthe Schwefelsäuremenge vorhanden ist, während der Chlorgehalt (61.46 und 61.08 Procent) demjenigen des Chlornatriums (60.59 Procent) entspricht.

Bei diesen negativen Ergebnissen in Bezug auf das Naturvorkommen blieb uns nur übrig, die künstliche Darstellung unter für die Bildung möglichst günstigen Umständen zu versuchen. Es wurde also eine Lösung von Chlornatrium und Natriumsulfat langsam eingeengt, bei den extremen Temperaturen von 25° und 70°. Wie oben erwähnt, tritt bei genügendem Chlornatriumgehalt unter diesen Umständen Natriumsulfat anhydrisch, also als Thenardit, auf, und es gelang uns, sowohl bei 25° als bei 70°, neben einander wohl ausgebildete, schwefelsäurefreie Kubi von Chlornatrium und chlorfreie rhombische Pyramiden von Thenardit zu erhalten, während Doppelsalzbildung sich nicht zeigte und dennoch unter diesen Umständen am ersten zu erwarten war.

Aus diesen Gründen scheint uns die Existenz von Sulphohalit wenigstens zweifelhaft und werden wir bei unseren weiteren Untersuchungen auf ein derartiges Doppelsalz keine Rücksicht zu nehmen brauchen.

[1] Zeitschr. f. physik. Chemie 3, 312.

Ausgegeben am 23. Juni.

1898.
XXXI.

SITZUNGSBERICHTE
DER
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

16. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. VAHLEN.

1. Hr. DIELS las: Über die Gedichte des Empedokles.

Die Physika des Empedokles haben nicht aus drei, sondern aus zwei Büchern, seine Katharmoi wahrscheinlich aus einem Buche, beide zusammen vermuthlich 3000 Verse umfassend, bestanden. Das dritte Buch der Physika beruht auf einer Fälschung des Tzetzes, durch deren Beseitigung eine rationellere Vertheilung der Fragmente und ein besseres Verständniss der beiden grundverschiedenen Gedichte des Philosophen ermöglicht wird.

2. Hr. HARNACK legt eine auf Rhodos in einem thönernen Gefäss gefundene, von dem Dr. SARIDAKIS gerettete und gelesene Bleitafel vor, auf welcher Psalm 79, V. 1–16 in griechischen Majuskeln älterer Form eingeschrieben ist. Hr. HILLER VON GAERTRINGEN hat die Tafel erworben und gedenkt sie zu publiciren.

3. Derselbe legt das Werk vor: »Patrum Nicaenorum nomina Latine Graece Coptice Syriace Arabice Armeniace« edid. H. GELZER, H. HILGENFELD, O. CUNITZ.

4. Hr. SCHMOLLER übergiebt Band II (Acta Borussica) der Behördenorganisation und der allgemeinen Staatsverwaltung Preussens im 18. Jahrhundert, welcher die Zeit vom 1. Juli 1714 bis Ende 1717 behandelt. Er umfasst also die ersten reformlustigsten Jahre der Epoche FRIEDRICH WILHELM's I. (1714–23), in welche die Hauptumgestaltungen der Staatsverwaltung fallen. Der Band enthält hauptsächlich die Umgestaltung der Provinzialbehörden und ihre Unterordnung unter die Centralregierung.

Über die Gedichte des Empedokles.

Von H. Diels.

Von den beiden Gedichten des Empedokles, welche bis zum Ende des Alterthums, wenn auch in selten gewordenen Exemplaren, sich erhalten hatten, sind etwa 450 Verse auf uns gekommen. Das würde ungefähr den elften Theil des antiken Bestandes darstellen, wenn Laertios Diogenes richtig am Schlusse seiner Vita[1] in einem von ihm selbst redigirten Nachtrag die Zahl der Verse der beiden Gedichte auf 5000 angibt. Wir können diese Notiz controliren an der aus derselben Urquelle geschöpften pinakographischen Überlieferung des Suidas, der den Umfang der Physik allein auf 2000 Verse bestimmt[2]. Aber bisher hat man diese Angaben ohne weitere Prüfung hingenommen, obwohl es doch nicht ganz leicht ist, sie zu vereinen. Denn zählt man die 2000 Verse des Suidas von der Gesammtsumme des Laertios ab, so ergeben sich 3000 Verse für das Sühngedicht, das in unserer Überlieferung nicht nach Büchern citirt wird, so dass man bisher mit Fug annahm, es habe aus nur einem bestanden. Die Physik dagegen war in alexandrinischer Zeit in zwei Bücher (nach der handschriftlichen Überlieferung des Suidas[2]), ja, wenn wir Tzetzes Glauben schenken wollen[3], sogar in drei eingetheilt. Die Physikbücher würden also im Durchschnitt entweder zwischen 6–700 oder 1000 Verse enthalten haben, was Beides die Grenzen der Wahrscheinlichkeit nicht über-

---

[1] VIII 77 *τὰ μὲν οὖν Περὶ φύσεως αὐτῷ καὶ οἱ Καθαρμοὶ εἰς ἔπη τείνουσι πεντακισχίλια· ὁ δὲ Ἰατρικὸς λόγος εἰς ἔπη ἑξακόσια. περὶ δὲ τῶν τραγῳδιῶν προειρήκαμεν*, nämlich § 58: *καθόλου δέ φησι* [Aristoteles] *καὶ τραγῳδίας αὐτὸν γράψαι καὶ πολιτικούς* [so die Hdss.]. *Ἡρακλείδης δὲ ὁ τοῦ Σαραπίωνος ἑτέρου φησὶν εἶναι τὰς τραγῳδίας· Ἱερώνυμος δὲ τρισὶ καὶ τετταράκοντά φησιν ἐντετυχηκέναι. Νεάνθης δὲ νέον ὄντα γεγραφέναι τὰς τραγῳδίας καὶ αὐτὸς* [Cobet: *αὐτὸν* Hdss.] *ἔπειτα* [so die maassgeb. Hdss., *ἔπειτα αὐταῖς* vulgo: lies *ἑπτὰ*, vgl. Herm. XXIV 321] *ἐντετυχηκέναι.*

[2] S. v. *Ἐμπεδοκλῆς· καὶ ἔγραψε δι' ἐπῶν Περὶ φύσεως τῶν ὄντων βιβλία β̄* [so BEV. Harl. 3100, Vatic. gr. 3, ferner 881 und 1296 (geschr. 1205). A und Brit. M. Add. 11892 fehlen hier. γ̄ die ed. princ. 1499, Aldina 1514. Frobeniana 1544 und alle folgenden Ausgaben, natürlich auch die sog. Eudokia]. *καὶ ἔστιν ἔπη ὡς δισχίλια. ἰατρικὰ καταλογάδην* [d. i. der *Ἰατρικὸς λόγος* des Laertios] *καὶ ἄλλα πολλά.* Auskunft über die neuen Hdss. verdanke ich den HH. G. Wentzel, F. Kenyon und H. Graeven.

[3] Chiliad. VII 522 Kiessl. Siehe unten S. 400.

schreitet. Dagegen ist ein 3000 Verse umfassendes Buch ein Unding. Also ist entweder das Sühngedicht ein sehr umfangreiches, mindestens 3 Bücher umfassendes Werk gewesen, oder die Ziffer im Laertios ist falsch. Für das letztere lässt sich anführen, dass der Compilator in seinem rasch am Ende angeklebten Zusatz die in seiner und Hesychios' Vorlage getrennt aufgeführten Einzelwerke offenbar selbst zusammengezogen und die Gesammtzahl berechnet hat. Denn die stilistische Form mit dem ungeschickt dazwischengeschobenen *αὐτῷ* scheint noch die äusserliche Zusammenfügung zu verrathen. Es wäre also möglich, dass Laertios falsch addirt oder dass er die richtige Gesammtsumme aus seiner Quelle abgeschrieben, aber andere dichterische Werke, die darin inbegriffen waren, weggelassen hätte. So ist bei Suidas das zweite Werk, die Katharmen, in dem pinakographischen Excerpte ausgefallen. Freilich gerathen wir in einige Verlegenheit, wenn wir angeben sollten, was neben der Physik und dem Sühngedicht in dem alexandrinischen Pinax gestanden haben könne. Denn für die Tragödien, mag man alle 33 des Hieronymus, oder 24, die Suidas dem jüngeren Empedokles zuweist[1], oder endlich die 7, die nach meiner Vermuthung[2] noch Neanthes in den Händen gehabt hat, annehmen, ist die Zahl von 3000 Versen zu wenig. Andererseits können die von Aristoteles erwähnten Gedichte *Ξέρξου διάβασις* und *Προοίμιον εἰς Ἀπόλλωνα* deshalb nicht in Betracht kommen, weil sie die Schwester des Empedokles, wie dieselbe Quelle berichtet, verbrannt hatte. Die *Ἰατρικά* müssen, was Suidas ausdrücklich sagt und die Form des Titels bei Laertios *Ἰατρικὸς λόγος* wahrscheinlich macht, zur Prosa gehören. Da uns nichts davon erhalten ist, hat es keinen Zweck, zu untersuchen, ob die Schrift echt oder untergeschoben war. An und für sich ist es unbedenklich, in der Zeit des Ion von Chios, Euenos, Likymnios und anderer *σοφισταὶ ἀμφιδέξιοι* einen Mann wie Empedokles mit Prosa und Poesie in gleicher Weise befasst zu denken. Denn Aristoteles weiss ja vom Einflusse seiner Rhetorik zu berichten[3], was an die von ihm erwähnten *Πολιτικοί* (erg. *λόγοι*) anknüpfen konnte. Auch von Seiten des Inhaltes ist weder gegen medicinische noch gegen politisch-rhetorische Prosaschriften des Empedokles das Mindeste ein-

---

[1] *Ἐμπεδοκλῆς θυγατριδοῦς τοῦ προτέρου τραγικός· τραγῳδίαι αὐτοῦ κδ̄.*

[2] Siehe oben S. 396. Anm. 1.

[3] Siehe *Sitzungsb.* 1884, 361. Norden, *Antike Kunstprosa* I 17 ff., dessen Modificationen ich, soweit sie Heraklit betreffen, annehme und selbst in m. Parmenides S. 61 u. A. angedeutet habe. Dagegen ist Empedokles nicht mit Korax und Teisias auf eine Linie zu stellen. Vielmehr gehört er an den Anfang der Linie, die parallel zu Korax, Teisias, Lysias, durch Gorgias auf Isokrates führt und in der Gattung wie im Stil sich deutlich von der anderen forensischen Technik abhebt. Die Aristotelesstelle Soph. El. 183^{b} 29 darf nicht zu eng gefasst werden.

zuwenden. Doch sei dem wie ihm wolle, in den Katalog seiner Poesien fällt weder der *Ἰατρικός* noch die *Πολιτικοὶ λόγοι*. So kann aus der Tafel seiner Schriften nur noch die Epigrammensammlung in Betracht kommen, von der zwei angezweifelte Proben sich erhalten haben. Es ist klar, dass es davon nicht mehrere tausend Verse gegeben haben kann.

Da die Biographie des Laertios allen Spuren von Schriften des Empedokles in der Litteratur sorgfältig nachgegangen ist (die bibliographische Leidenschaft ist ja eine seiner schätzenswerthesten Eigenschaften), dürfen wir ruhig annehmen, dass es ausser den erwähnten Gedichten kein weiteres im Alterthum von Empedokles gegeben hat. Aus einer Masse von ungefähr 2000 Versen, die nach Abzug der Katharmen übrig bleiben, müsste doch irgend eine Spur in der Litteratur sich erhalten haben.

So bleibt, Alles sorgfältig erwogen, eine doppelte Wahrscheinlichkeit: entweder hat Laertios beim Addiren von 2000 (*Φυσικῶν ͵αβ*) und ±1000 (*Καθαρμοὶ ͵α*) sich um 2000 geirrt (was ich weder ihm noch seinem allerdings sehr ungeschickten Secretär zutrauen möchte), oder die Zahl *πεντακισχίλια* ist von den Abschreibern verderbt worden. Ich bin geneigt, diese letztere Möglichkeit zu bevorzugen, und schlage vor, zu lesen: *τὰ μὲν οὖν Περὶ φύσεως αὐτῷ καὶ οἱ Καθαρμοὶ εἰς ἔπη τείνουσι πάντα τρισχίλια*. Es ist nicht selten, dass in diesen pinakographischen Tabellen die Gesammtsumme so mit *πᾶς* bezeichnet wird. Ich gebe einige Beispiele:

Suidas s. v. *Ὑπερίδης*: *εἰσὶ δὲ οἱ πάντες λόγοι αὐτοῦ ͵νς*.

Ders. s. v. *Θέογνις*: *καὶ πρὸς Κύρνον τὸν αὐτοῦ ἐρώμενον γνωμολογίαν δι' ἐλεγείων καὶ ἑτέρας ὑποθήκας παραινετικάς, τὰ πάντα ἐπικῶς*.

Laert. V 27 (nach dem Index der Aristotelischen Schriften): *γίνονται αἱ πᾶσαι μυριάδες στίχων τέτταρες καὶ τετταράκοντα πρὸς τοῖς πεντακισχιλίοις καὶ διακοσίοις ἑβδομήκοντα*.

Es entspricht dem durchaus überwiegenden Sprachgebrauch, dass *πᾶς* in dieser summirenden Bedeutung mit dem Artikel attributiv verbunden wird. Aber wie die classische Prosa zuweilen den Artikel in diesem Falle spart[1], so findet sich auch in diesen nicht sehr zahlreichen pinakographischen Beispielen wenigstens eins, das der oben empfohlenen Form bei Laertios genau entspricht:

---

[1] Ungenau ist das Sachverhältniss auch in der neuen Bearbeitung von Kühner II 1³ S. 633 dargestellt. Denn Herod. I, 163 heisst *πάντα εἴκοσι καὶ ἑκατὸν ἔτεα* *volle 120 Jahre*. Bei Thukydides steht in dieser Bedeutung immer *οἱ πάντες*. Nur *ξύμπαντες* wird mit und ohne Artikel so verwendet. Siehe Krüger zu I, 107, 4. Aber sicher ist Xen. Hell. I 6, 34 *ἀπώλοντο* (Schiffe) *Λακωνικαὶ μὲν ἐννέα πασῶν οὐσῶν δέκα*.

Suidas s. v. *Ἀνάχαρσις*: *ἔγραψε νόμιμα Σκυθικὰ δι' ἐπῶν, περὶ εὐτελείας τῶν εἰς τὸν ἀνθρώπινον βίον, ἔπη πάντα ὀκτακόσια.*

Wenn es nunmehr gestattet ist, die so gewonnene Zahl von 3000 Versen für die poetische Gesammtproduction als wahrscheinlich zu bezeichnen, so würde also für die Katharmen ein Buchumfang von etwa 1000 Versen anzusetzen sein, der genau dem bei Suidas überlieferten Umfange der Physik entsprechen würde. Denn die 2000 Verse, die hier für die beiden Bücher jener Schrift ausgeworfen sind, ergeben dieselbe Durchschnittsziffer. Aber freilich die bisherigen Sammler der Fragmente theilen das Werk in drei Bücher ein. In der Steinschen Ausgabe, der die neueste von Fairbanks[1] sich treu anschliesst, werden dem dritten Buche 14 Verse zugetheilt, die in der That inhaltlich zusammengehören, insofern sie sich mit der Theologie des Empedokles beschäftigen. Das erste Fragment ist bei Hippolytos Ref. VII 31 p. 253 erhalten, der behauptet, als Mittelsperson zwischen *Νεῖκος* und *Φιλία* sei bei Empedokles die Muse angerufen worden[2]:

338 *εἰ γὰρ ἐφημερίων ἕνεκέν τινος, ἄμβροτε Μοῦσα,*
ἡμετέρας μελέτας ⟨μέλε τοι⟩ διὰ φροντίδος ἐλθεῖν,
340 *εὐχομένῳ νῦν αὖτε παρίστασο, Καλλιόπεια,*
ἀμφὶ θεῶν μακάρων ἀγαθὸν λόγον ἐμφαίνοντι.

Hippolytos' allegorische Erklärung trifft gewiss nicht das Richtige, und da es zweifelhaft ist, ob er die Empedoklesverse selbst im Zusammenhange gelesen oder aus Plutarch's Monographie über Empedokles[3] entnommen hat, so lässt sich für die Stelle des Gedichtes aus seinem Commentar nicht viel Nutzen ziehen. Es folgt daraus weder, dass das Fragment in die Physik gehört, da er dieselben allegorischen Betrachtungen über Liebe und Hass auch an offenkundige Fragmente der Katharmen anknüpfte, was ja auch seine Berechtigung hat (vergl. VII 29 S. 249, 45 ff.), noch folgt aus der kurz vorher (§ 30 S. 252, 42) stehenden Erwähnung der *Καθαρμοί*, dass der Kirchenvater gerade an dieses Gedicht bei den folgenden Versen dachte.

---

[1] *The First Philosophers of Greece*, London 1898.

[2] Ich habe an der Überlieferung nichts geändert als das Selbstverständliche *εὐχομένων* 340 und *μακαρίων* 341, das längst gebessert ist. 339 habe ich den Ausfall der Hds. durch einen Einschub ergänzt, der das Überspringen erklärlich macht. Der Gleichklang ist bei Empedokles nicht störend. *ἀνδρωδέστεροι ἄνδρες* 277 habe ich mit Unrecht beanstandet. Es sind das Reflexe der sicilischen Rhetorik (s. oben S. 397 Anm. 3).

[3] S. 144, 13 *περὶ ὧν καὶ Πλούταρχος ποιεῖται λόγους ἐν ταῖς Πρὸς Ἐμπεδοκλέα δέκα βίβλοις.* Die Schrift heisst im Katalog des Lamprias Nr. 43 *Εἰς Ἐμπεδοκλέα βιβλία δέκα*; vergl. Treu, *Der sog. Lampriaskatalog*, Waldenburg 1873, S. 8. Die Hdss. AB geben *εἰς ἐμπεδοκλέα* ohne Buchzahl, CDE *ἐμπεδοκλέους* mit Buchzahl. Doch ist zu Treu's Noten zu bemerken, dass in C die Buchzahl nicht fehlt, wie in AB, und nicht *βιβλία δέκα* lautet, wie in DE, sondern *βιβλία ι̅.* Somit ist die Selbständigkeit von C und D wenigstens hier erwiesen.

Das zweite Fragment stammt aus Clemens:

343 ὄλβιος ὃς θείων πραπίδων ἐκτήσατο πλοῦτον,
δειλὸς δ' ᾧ σκοτόεσσα θεῶν πέρι δόξα μέμηλεν

und trägt ebenfalls kein genaueres Citat.

Das dritte aus zwei (nach Anführungen des Clemens 344–445 und des Ammonios 347–351) zusammengesetzte Fragment ist ebenfalls ohne nähere Bezeichnung des Fundortes bei beiden Schriftstellern überliefert:

344 οὐκ ἔστιν πελάσασθαι ἐν ὀφθαλμοῖσιν[1] ἐφικτόν
345 ἡμετέροις ἢ χερσὶ λαβεῖν, ᾗ πέρ τε μεγίστη
πειθοῦς ἀνθρώποισιν ἀμαξιτὸς εἰς φρένα πίπτει.
οὐδὲ γὰρ ἀνδρομέῃ κεφαλῇ κατὰ γυῖα κέκασται,
οὐ μὲν ἀπαὶ νώτοιο δύο κλάδοι ἀίσσονται,
οὐ πόδες, οὐ θοὰ γοῦν', οὐ μήδεα λαχνήεντα,
350 ἀλλὰ φρὴν ἱερὴ καὶ ἀθέσφατος ἔπλετο μοῦνον
φροντίσι κόσμον ἅπαντα καταΐσσουσα θοῇσιν[2].

Die letzten Verse 347–351 hat nun auch Johannes Tzetzes einmal in seinen Originalbriefen S. 88 ed. Pressel und zweimal in dem Riesencommentar dazu, den sogenannten Chiliaden, angeführt, das erste Mal wie in den Briefen XIII 79 ohne nähere Angabe des Fundortes, dagegen VII 522 die Verse 350. 351 mit folgender Einleitung:

Ἐμπεδοκλῆς τῷ τρίτῳ τε τῶν Φυσικῶν δεικνύων
Τίς ἡ οὐσία τοῦ θεοῦ κατ' ἔπος οὕτω λέγει,
Οὐ τόδε τι θεός ἐστιν, οὐ τόδε τι καὶ τόδε
Ἀλλὰ φρὴν ... θοῇσιν.'

Auf dieser einzigen Notiz des berüchtigten Tzetzes beruht die bisherige Annahme eines dritten Buches der Physik und die landläufige Anordnung der erwähnten Fragmente. Ich stehe nicht an, diese Überlieferung für falsch zu erklären. Joh. Tzetzes zeigt ein gewisses Interesse für Empedokles, sei es, dass er dem verbitterten Wichte wegen seiner Hasstheorie oder wegen seines sagenberühmten Sprunges in den Aetna imponirte. Die Citate des Empedokles finden sich ziemlich zahlreich auf fast alle seine wüsten Schriften verstreut. Die schmäh-

[1] Diese von mir aus den Hdss. hergestellte Lesart (Herm. XV 172) hätte sammt der dabei festgestellten metrischen Norm bei W. Meyer *Zur Gesch. des griech. u. lat. Hexameters* (*Münchn. Sitz. phil.* 1884 S. 994²) Berücksichtigung finden können.

[2] V. 345 folge ich Karsten in der Schreibung ᾗπερ statt ἥπερ nach V. 360 ὅπῃ πρὸς κέρδος ἀταρπός und 22 ὁπόσῃ (*quot viis*) πόρος ἐστὶ νοῆσαι. Es heisst: »Die sinnliche Wahrnehmung ist der Weg, auf dem das geräumigste Geleise menschlichen Glaubens in den Verstand mündet«, d. h. der Wagen des Glaubens findet am bequemsten Einlass in den menschlichen Verstand, wenn er den Weg der sinnlichen Erfahrung entlang fährt.

liche Leichtfertigkeit, mit der der verlotterte Gelehrte seine Bücher zusammenschmierte, gebietet die grösste Vorsicht. Natürlich eine Handschrift des Empedokles hat er nicht mehr zu Gesicht bekommen können. Aber wohl konnte er aus Commentaren und Scholien, die im 12. Jahrhundert noch vorhanden waren, einzelne gute Körner aufpicken. Und in der That sind seine Schriften wegen solcher hier und da erhaltener Goldkörner nicht ganz zu entbehren. So hat er wirklich ein sonst nicht erhaltenes Empedoklesfragment *Ἶρις δ' ἐκ πελάγους* [l. *πελάγευς*] *ἄνεμον φέρει ἢ μέγαν ὄμβρον* [fehlt bei Stein] Alleg. O 83 erhalten. Freilich ist er des Autors nicht ganz sicher. Der Bau des Hexameters ist nach der Empedokleischen Norm, und ich wüsste auch vom Inhalte aus nichts gegen die Herkunft zu sagen. Prüfen wir also die einzelnen Fälle genauer. Tzetzes citirt noch ein anderes Fragment mit der Buchzahl Exeg. in Iliad. S. 53, 20 Herm. *ἀκούσατε μικρὸν κἀκ τοῦ πρώτου τῶν Φυσικῶν Ἐμπεδοκλέους*

33 *τέσσαρα πάντων ῥιζώματα πρῶτον ἄκουε*
34 *Ζεὺς αἰθήρ. Ἥρη τε φερέσβιος, ἠδ' Ἀιδωνεύς κτλ.*

Dieselben Verse nebst einigen anderen landläufigen finden sich ohne Citate auch in seinen Scholien zu den Homerica 137 ed. Schirach S. 58 f. mit derselben Corruptel *αἰθὴρ* statt *ἀργὴς* wieder. Diese Grundverse der Empedokleischen Elementenlehre werden unzählige Male im Alterthum, aber nie mit der Buchzahl citirt. Die mannigfache Tradition lässt sich aus zwei Quellen ableiten. Die eine ist die doxographische Sammlung Theophrast's (*Φυσικῶν δόξαι*), wo die Verse mit peripatetischer Erklärung angeführt waren; die andere die Sammlung Homerischer Allegorien mit stoischer Auslegung, deren Ursprung sich mit Sicherheit bis auf Herakleon (Zeit des Augustus) zurückführen lässt, vermuthlich aber hinaufreicht in die grosse, gelehrte Homererklärung des Krates von Mallos, deren philosophische Tendenzen aus den Genfer Iliasscholien noch deutlicher geworden sind. Diese zwei Urquellen der Überlieferung scheiden sich in manchen Lesarten und in der Erklärung, aber einig sind sie in der offenbar echten Lesart *Ζεὺς ἀργής*. Die Variante des Tzetzes *Ζεὺς αἰθήρ*, die auf Interpolation beruht, findet sich in der ganzen Tradition nur in der handschriftlichen Überlieferung der Plutarch'schen Placita wieder (I 3, 20. 287, 8 Dox.). Der ursprüngliche Text dieser Compilation zeigte noch das echte, wie die leichte Entstellung der Excerpte Euseb's *ἄρης*, beweist. So drängt sich nothwendig die Vermuthung auf, dass Tzetzes sein corruptes Citat dem später ungemein verbreiteten Handbuch des Plutarch verdankt. Die Buchzahl ist also einfach erschwindelt. Denn bei der Filiation der Quellen ist es fast undenkbar, dass dem Tzetzes für das vielfach citirte

Fragment neben den abgeleiteten Quellen ohne Buchzahl noch eine dritte selbständige mit Citat zu Gebote habe stehen können. Woher hat nun der *futilissimus tenebrio* — so nennt ihn Toup — dies so gelehrt aussehende Buchcitat? Er schlug in seinem Plutarch einfach ein Paar Blätter um. Da standen I 30, 1 (S. 326, 12) die bekannten Verse über die *μίξις* und *διάλλαξις*, die Tzetzes wohl kannte[1]. Sie werden eingeleitet mit den Worten *γράφει γὰρ οὕτως ἐν τῷ πρώτῳ Φυσικῶν*. Tzetzes rühmt sich gern seines ungewöhnlichen Gedächtnisses:

ἐμοὶ βιβλιοθήκη γὰρ ἡ κεφαλὴ τυγχάνει,
βίβλοι δ' ἡμῖν οὐ πάρεισι δεινῶς ἀσχηματοῦσιν.

So mögen also die beiden Plutarchstellen, die so nahe bei einander stehen, in der That im Gedächtniss des Vielschreibers zusammengeflossen sein.

Aber für die Citatenflunkerei aus dem dritten Buche gibt es keine mildernden Umstände. Das hat er rein aus den Fingern gesogen. Denn auch hier zeigt die Prüfung der Überlieferung, dass er einfach aus dem vielgelesenen[2] Commentar des Ammonius De interpretatione (S. 249, 6 ff. Busse) die Verse über die Gottheit abgeschrieben hat. Denn 348 hat Tzetzes wie Ammonios statt *νώτοιο* die unmögliche Variante *νώτων γε*. Das Richtige steht durch einen Parallelvers des Empedokles fest, den Hippolytos VII 29 (S. 247, 35) erhalten hat[3]. Ebenso stimmen beide in der gewöhnlichen Form *ἀίσσουσιν* V. 348 überein, während Hippolytos das seltene Medium *ἀίσσονται* hat, das auch am Ende von V. 31 erhalten ist, wie allein Buttmann gesehen hat, dessen bis jetzt verschmähte Lesung

ῥεύματα δενδρεόθρεπτα τά τ' αἰθέριν' ἀίσσονται

in der guten Überlieferung des Laertios[4] beinahe mit Händen zu greifen ist. Die Form des Verbums wird übrigens zum Überfluss bestätigt durch seine Vorlage, Hesiod's Theog. 150,

χεῖρες ἀπ' ὤμων ἀίσσοντο.

Nur die Lesart *οὐ μὲν γὰρ βροτέῃ* V. 357 hat Tzetzes für sich allein. Sie ist entschieden schlechter als die nur in der Partikel *οὔτε* leise verderbte des Ammonius und darf wohl auch auf Gedächtnissschwäche

---

[1] Alleg. Ο 83. Schol. Tzetz. Alleg. ed. Boissonade p. 376 und in Iliad. p. 54. 24 Herm.

[2] Auch Olympiodor in Plat. Gorg. S. 129 Jahn hat daher den V. 347.

[3] Dieses Fragment, das in den Abschnitt der Physik über den Sphairos gehört, ist vermuthlich so herzustellen (vergl. Simpl. Phys. 1124, 1):

οὐ γὰρ ἀπὸ νώτοιο δύο κλάδοι ἀίσσονται,
οὐ πόδες, οὐ θοὰ γοῦν', οὐ μήδεα γεννήεντα,
ἀλλὰ σφαῖρον ἔην τε καὶ ἔσσεται ἶσον ἑαυτῷ.

[4] *ταταιθερινααιησονται*. *αἰθέρινος* neben *αἰθέριος* wie *ἀέρινος*, *πύρινος* neben *ἀέριος*, *πύριος*.

oder Flunkerei zurückgeführt werden, wie das nagelneue Citat τῷ τρίτῳ τῶν Φυσικῶν, das die bisherigen Herausgeber im Banne gehalten hat. Wir legen es nun ruhig zu den übrigen Τζετζικαῖς ἐρεύναις, ἐν αἷσπερ ἡ ἀλήθεια ἐκ χάους ἀνατρέχει (Chil. XII 73). Der Rest ist Schweigen[1].

Wir haben also künftig nur zwei Bücher der Physik des Empedokles anzusetzen, ein Resultat, das kaum verdiente, hier des Breiteren begründet zu werden, zumal die Bucheintheilung erst aus der Alexandrinerzeit stammen und somit einen Einfluss auf die Composition des Dichters nicht ausgeübt haben kann. Aber dieses geringfügige Ergebniss führt zu weiteren, wichtigeren Consequenzen. Sobald nämlich die theologischen Fragmente, die ich eben besprochen, von dem Schwindelcitate befreit sind, haben sie überhaupt keinen Raum mehr in der Physik. Wir sind berechtigt, sie dem Sühngedicht zu überweisen und dadurch dem Verständnisse des Empedokleischen Systems in den Grundfragen einen erheblichen Dienst zu leisten.

Schon Zeller hat von ganz anderen als philologischen Erwägungen ausgehend die Kluft angedeutet, die zwischen dem Bekenntniss eines fast monotheistischen Gottesbegriffes und dem sonstigen Inhalt seines in der Physik niedergelegten Systems besteht[2]. »Der Gott, welcher mit seinem Denken das Weltall durcheilt, ist weder Weltschöpfer noch Weltbildner, denn der Grund der Welt liegt allein in den vier Urstoffen und den zwei bewegenden Kräften. Ebenso wenig kann ihm, nach den Voraussetzungen des Systems, die Weltregierung zustehen; denn der Weltlauf hängt gleichfalls nur von der Mischung der Grundstoffe und von der wechselnden Wirkung des Hasses und der Liebe ab, die ihrerseits einem unabänderlichen Naturgesetz folgen; für die persönliche Thätigkeit der Gottheit ist in seiner Lehre nirgends ein Raum offen gelassen ... Die geistigere Gottesidee unseres

---

[1] Wer mehr verlangt, beherzige Förster's Aufsatz, Rh. Mus. 38, 424, und die von ihm angeregte Dissertation von Chr. Harder, *De I. Tzetzae hist. font.* Kiel 1886. Welche Veranlassung Tzetzes hatte, gerade drei Bücher zu erfinden, ist nicht klar. Dass die Gottheit zuletzt behandelt wurde wie in der Metaphysik des Aristoteles, war ein nahe liegender Gedanke. Schloss er nun aus der ungenauen Form des ihm bekannten Citats ἐν τῷ πρώτῳ, das Gedicht müsse mehr als zwei Bücher umfasst haben? Jedenfalls wäre dieser Schluss voreilig gewesen. Denn es ist bekannt, dass man bei Werken von zwei Büchern ebensowohl ἐν τῷ πρώτῳ wie ἐν τῷ προτέρῳ citirte: Athenaios Κλέαρχος ἐν τῷ προτέρῳ περὶ παροιμιῶν (XV 701 C) neben κὰν τῷ πρώτῳ δὲ περὶ παροιμιῶν (X 457 C). Ebensowenig aufgeklärt ist es, wie Demetrios Chalkondyles, der die editio princeps des Suidas herausgegeben, zu den βιβλία γ gekommen ist. Liegt einfacher Schreib- oder Druckfehler vor oder gab ihm das Citat des Tzetzes Veranlassung, zu corrigiren? Dem editor princeps der Ilias lag Tzetzes wohl nicht ferne.

[2] I[5] 816. Weniger hebt diesen Widerspruch hervor Gomperz, *Gr. Denker* I, S. 203. Aber es scheint doch auch ihm unstatthaft, diesen Gott mit dem Sphairos (der Allgottheit) der Physik zu identificiren oder gar diesem überzuordnen. Das heisst doch wohl, er hat in der Physik des Empedokles keinen Platz.

Philosophen steht daher neben seinen wissenschaftlichen Ansichten ebenso unvermittelt wie der Volksglaube, an den sie selbst zunächst anknüpft.« Zeller leitet dann diese religiösen Gedanken sehr richtig her einerseits aus der Nachahmung des Xenophanes, mit dem die Verse des Empedokles bis auf den Ausdruck übereinstimmen[1], andererseits aus dem gleichen sittlich-religiösen Interesse, das man in seinem reformatorischen Auftreten gegen die blutigen Opfer der herrschenden Religion wahrnehmen kann. Dieses Interesse aber wird dichterisch in seinen Katharmen ausgesprochen. Somit wird man wohl jetzt, wo die Beziehung der theologischen Verse freigegeben ist, sie ohne Weiteres dem religiösen Reformgedichte, den *Καθαρμοί*, zuschreiben. Es lässt sich dafür noch ein gewichtiger Umstand geltend machen. Die Alten zählen Empedokles eben wegen seiner religiösen Reform zu den Pythagoreern, und die Legende ist geschäftig gewesen, durch Fälschung von Stammbäumen, Briefen und Gedichten die beiden Reformatoren in die engste Beziehung zu setzen[2]. In der That ist Empedokles von demselben prophetischen Geiste erfüllt, ja er scheint den Manen des Vorgängers in einem längeren Abschnitte (V. 415 ff.) zu huldigen[3]. Nun ist ja bekannt, dass die reformatorischen Bestrebungen des Pythagoras im Anschluss an die erfolgreiche Propaganda der delphischen Sühnereligion auf den Apollocultus gestellt sind. Wie sich hierdurch und fast nur hierdurch, die dionysische Form und Reform der Orphiker von der des Pythagoras streng scheidet, so tritt Empedokles hier ganz auf die pythagoreische Seite. Denn Ammonios schickt den oben behandelten Versen über die Menschenunähnlichkeit und Erhabenheit der waltenden Gottheit die Worte voraus[4], Empedokles habe die anthropomorphen Vorstellungen der Dichter scharf zurückgewiesen und beson-

---

[1] Ausser dem von Zeller Verglichenen ist auch die Ankündigung 341 *ἀμφὶ θεῶν μακάρων ἀγαθὸν λόγον ἐμφαίνοντι* zu beachten, die an Xenophanes' bekanntes Wort anklingt *ἀμφὶ θεῶν τε καὶ ἅσσα λέγω περὶ πάντων*. Es ist echt empedokleisch, dass er, der hier in einer Hauptsache sich an die Negative und Positive des Xenophanes kindlich anklammert, an einer anderen Stelle 146 ff. mit dem Kraftwort *ῥηθέντα ματαίως* gegen eine verhältnissmässig unwichtige Behauptung desselben Philosophen auftrumpft. Genau so unreif zeigt er sich in seinem Verhalten gegen den grossen Parmenides.

[2] Stein, Ausg. S. 18. Der Brief des Telauges (*τὴν περιφερομένην πρὸς* [l. *ὡς*] *Τηλαύγους ἐπιστολήν*, Laert. VIII 55; s. 74) hängt offenbar mit dem gefälschten Empedoklesverse *Τήλαυγες κλυτὲ κοῦρε Θεανοῦς Πυθαγόρεώ τε* (Laert. VIII 43) zusammen.

[3] Rohde, Psyche II² 160.

[4] Ammon. de int. 249, 1 Busse: *ὁ Ἀκραγαντῖνος σοφὸς ἐπιρραπίσας τοὺς περὶ θεῶν ὡς ἀνθρωποειδῶν ὄντων παρὰ τοῖς ποιηταῖς λεγομένους μύθους ἐπήγαγε προηγουμένως μὲν περὶ Ἀπόλλωνος, περὶ οὗ ἦν αὐτῷ προσεχῶς ὁ λόγος, κατὰ δὲ τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ περὶ τοῦ θείου παντὸς ἁπλῶς ἀποφαινόμενος* (folgen die oben citirten Verse *οὔτε γὰρ — θοῇσι*) *διὰ τοῦ 'ἱερή' καὶ τὴν ὑπὲρ νοῦν αἰνιττόμενος αἰτίαν οὐδὲ τῶν συνθέντων τοὺς μύθους παραμελησάντων τοῦ παραδοῦναι τοῖς ἀκροωμένοις αὐτῶν ἀφορμάς, δι' ὧν ... ζήτησουσι τὴν ἀληθῆ καὶ ὑπὸ πλάσματος ἑκάστου τῶν μύθων αἰνισσομένην διάνοιαν, εἰ μὴ τύχοιεν ἠλιθίως διακείμενοι τὰς ψυχάς.*

ders über Apollon, von dem er zunächst gesprochen, dann aber auch über die Gottheit im Allgemeinen sich in idealerem Sinne geäussert. Dieser Hymnus auf Apollon passt durchaus nicht in den Mechanismus der Physik, wo neben den zu Elementargöttern degradirten Schemen Zeus, Hera und Aidoneus von den Olympiern nur Aphrodite eine Rolle spielt, die auch hier vom apollinischen Nimbus weit entfernt ist[1]. Dagegen passt der kathartische und asketische Inhalt des Sühnegedichts vorzüglich zu jenem Hymnus auf Apollon, und dass hier V. 440 (Plut. Quaest. conv. III 1, 2 p. 646 D) der Gebrauch der Lorbeerblätter zu profanen Zwecken untersagt wird, steht in enger Beziehung zu dem pythagoreischen Rituell der Katharmen.

Noch eine bisher wenig verständliche Nachricht erhält durch unsere Neuordnung der Theologie des Empedokles Aufklärung. Sextus[2] berichtet, Empedokles habe im Einverständniss mit Pythagoras die Schonung der Thiere, die in dem Sühngedicht die breiteste Stelle eingenommen haben muss, dadurch begründet, dass Ein Geist die Götter-, Menschen- und Thierwelt umfasse. Dieses Pneuma, das durch die ganze Welt sich erstrecke, verbinde uns mit Göttern und Thieren und verbiete uns, diese um jener willen zu opfern. Die Prägung des Gedankens ist stoisch. Das sah bereits Krische[3], aber der Gedanke selbst, das sah derselbe Forscher, ist alt. Wir erkennen in dem *πνεῦμα διὰ παντὸς τοῦ κόσμου διῆκον ψυχῆς τρόπον* ohne Mühe die *φρὴν ἱερὴ* des Empedokles wieder

φροντίσι κόσμον ἅπαντα καταΐσσουσα θοῇσιν.

Der Übergang von diesem Allgeist zu den Dämonengeistern, die, zur Strafe ihrer Göttlichkeit beraubt, in Menschen, Thiere und Pflanzen fahren, ergibt sich von selbst. Wenn Rohde[4] mit Recht die Idealität und Transscendenz dieser Daemonenpsychologie scharf getrennt hat von der materialistischen Psychologie seiner Physik, so ist es erfreulich nun zu sehen, dass dieser Spiritualismus nicht in derselben Schrift vereint gewesen ist mit seinem Materialismus. Wir dürfen demnach annehmen, dass der schreiende Dualismus, der uns bisher in den Anschauungen des Akragantiners entgegentrat, wenigstens in seinen auffallendsten Erscheinungen erklärt wird durch die Verschiedenheit der beiden Hauptschriften.

[1] Anders dagegen in den Katharmen 405 ff., wo sie als älteste Götter-Königin des goldenen Zeitalters erscheint, die mit reinen Opfern verehrt wird.

[2] Adv. Math. IX 127 *οἱ μὲν οὖν περὶ τὸν Πυθαγόραν καὶ τὸν Ἐμπεδοκλέα καὶ ⟨τὸ⟩ τῶν Ἰταλῶν πλῆθός φασι μὴ μόνον ἡμῖν πρὸς ἀλλήλους καὶ πρὸς τοὺς θεοὺς εἶναί τινα κοινωνίαν, ἀλλὰ καὶ πρὸς τὰ ἄλογα τῶν ζῴων· ἓν γὰρ ὑπάρχειν πνεῦμα τὸ διὰ παντὸς τοῦ κόσμου διῆκον ψυχῆς τρόπον τὸ καὶ ἑνοῦν ἡμᾶς πρὸς ἐκεῖνα.*

[3] *Theolog. Lehren d. gr. Denker* 80.

[4] Psyche II² 182 ff.

Freilich die Anschauungen des Empedokles, auch da, wo wir innerhalb desselben Buches den systematischen Faden des Gedankens verfolgen können, bleiben zum Theil widerspruchsvoll, und die geistreiche, aber oberflächliche und fremder Autorität allzusehr nachgebende Anlage seines Geistes lässt oft schmerzlich consequentes Durchdenken der Probleme vermissen. Aber wir haben nicht Noth, diese Schwierigkeiten zu vermehren, indem wir die vollständig verschiedenen Vorstellungen und Tendenzen der beiden Lehrgedichte unterschiedslos zusammenmischen.

Über den verschiedenen Grundcharakter dieser Werke ist man in neuerer Zeit wohl ziemlich im Klaren. Aber es ist noch nicht gelungen, diesen Unterschied psychologisch genügend aufzuklären. Und doch reizt das Problem: wie kommt ein wissenschaftlicher Forscher, der einen grossartigen Naturmechanismus aussinnt und in seiner Physik mit immerhin erstaunlichem Fachwissen und Scharfsinn durch alle Reiche der Natur durchführt, dazu, sich in den Katharmen als Wunderthäter, Sühnepriester und Heiland aufzuspielen? Hat er sich durch eine Periode des religiösen Mysticismus hindurch zur exacten Naturwissenschaft durchgerungen oder ist der atheistische Forscher (denn atheistisch ist das System trotz der paar aufgeklebten Götteretiketten) in seinen alten Tagen, in Folge der bitteren Noth der Verbannung, die ihn traf, fromm, ja überfromm geworden?

Das Problem hat Bidez in seiner eingehenden Biographie des Empedokles[1] zuerst gestellt und zu beantworten gesucht. Ich darf von der chronologischen Begründung absehen, die er seiner These zu Grunde legt, weil die zuverlässigen Daten zu bestimmten Datirungen nicht ausreichen. Aber die psychologische Analyse, die er von der Entwickelung des Philosophen gibt, ist geistvoll erdacht und scharfsinnig durchgeführt. Wir wissen, dass Empedokles bei der Umwandlung der Tyrannis seiner Vaterstadt in eine Demokratie eine bedeutende Rolle gespielt hat, bis seine übermächtige Stellung den Demokraten selbst Besorgniss erregte und seine Verbannung[2] veranlasste.

Das Prooemium des Sühngedichtes, führt Bidez aus, lässt uns den Dichter auf der Höhe seines Ruhmes erblicken. Wo er in den Städten erscheint im Priestergewande, umringen ihn Männer und Weiber. Tausende und aber Tausende folgen ihm und erkunden den Weg zum Heile. Diesen spendet er Orakel, jenen Befreiung ihrer Gebresten. Das Gedicht selbst ist den Freunden in Akragas gewidmet, die wegen ihrer Tüchtigkeit, ihrer Gastlichkeit und ihres Glückes gepriesen wer-

[1] *La Biographie d'Empédocle.* Gand 1894.

[2] Diese ist, wie ich gegen Bidez S. 157 bemerke, in der That in dem Ausdruck *κάθοδος* des Timaios (Laert. VIII 67) nach dem ganzen Zusammenhange angedeutet.

den. Das zeige, meint Bidez, den Philosophen auf der Höhe des Lebens und seiner Macht. Dagegen die Physik ist einem Einzigen, seinem Freunde Pausanias, gewidmet. Nicht im Gewühle des Marktes, umgeben von Myriaden von Zuhörern, spricht er hier, sondern leise und geheimnissvoll wie in einer abgelegenen Höhle:

σὺ δ' οὖν, ἐπεὶ ὧδ' ἐλιάσθης,
πεύσεαι οὐ πλέον ἠὲ βροτείη μῆτις ὄρωρεν.

Man muss *ἐλιάσθης* ganz wörtlich fassen. Pausanias ist dem Gewühl der profanen Menge ausgewichen und zu Empedokles in die Einsamkeit gezogen, wie Achilleus im Grolle

δακρύσας ἑτάρων ἄφαρ ἕζετο νόσφι λιασθείς.

Das Esoterische tritt noch deutlicher hervor in der Verheissung, ihm Gewalt zu geben über Wind und Wetter, Mittel gegen Alter, Krankheit und Tod:

φάρμακα δ' ὅσσα γεγᾶσι κακῶν καὶ γήραος ἄλκαρ
πεύσῃ, ἐπεὶ μούνῳ σοι ἐγὼ κρανέω τάδε πάντα.

Der Inhalt der geheimen Künste, die er hier lehren will, begreift sich in dem Worte Magie. Was man im fünften Jahrhunderte darunter verstand, lehrt eine Stelle der Hippokratischen Schrift über Epilepsie[1]. Dergleichen Geheimwissenschaft scheut stets das Licht der Öffentlichkeit, und bis auf den heutigen Tag darf nach dem Brauche der Hexenmeister, die hier und da noch auf dem Lande ihre Kunst ausüben, das Geheimniss und die dazu gehörigen Hexenbücher nur einem Einzigen vererbt werden, wie Thrasyllos, der Erbe des Sehers Polemainetos, bei Isokrates (19, 5) *τὰς βίβλους τὰς περὶ τῆς μαντικῆς* erhält, womit dieser nun die lucrative Kunst weiter betreibt. So ist es also wohl begreiflich, dass Empedokles seinem auserwählten Schüler Pausanias, der natürlich nach der Sitte der Zeit noch in intimerem Verhältnisse zu dem Meister stand[2], das Geheimniss des Systems unter dem Siegel der Verschwiegenheit anvertraute. Ein neues Fragment, das sich einer stark verdorbenen Stelle der Plutarchischen Symposiaca abgewinnen lässt, spricht dies geradezu aus. Der Sprecher ist hier ein gewisser Empedokles. Solche Namensscherze liebt ja der spätere Dialog (Varro, Athenaeus), und schon Plato ist nicht ganz frei davon. Er

[1] VI 360 Littré *εἰ γὰρ ἄνθρωπος μαγεύων καὶ θύων σελήνην καθαιρήσει καὶ ἥλιον ἀφανιεῖ καὶ χειμῶνα καὶ εὐδίην ποιήσει.* Vergl. die Beschwörung der Winde durch die Magier bei Herod. VII 191.

[2] Freilich die Quelle *Ἀρίστιππος Περὶ παλαιᾶς τρυφῆς* (Laert. VIII 60) ist gänzlich unzuverlässig, und Galen (X 6 Kühn) spricht von einer *φίλη ἔρις* zwischen diesen beiden Ärzten. Aber an und für sich ist ein Verhältniss von Lehrer und Schüler wie zwischen Theognis und Kyrnos, Parmenides und Zeno der damaligen Sitte entsprechend.

setzt also VIII 8, wo das Fischverbot der Pythagoreer besprochen wird, auseinander, ein Grund dieses Verbotes sei das heilige Schweigen, dessen sich die Fische befleissigten: *ἔλεγεν δὲ τῆς ἐχεμυθίας τοῦτο γέρας εἶναι, τοὺς ἰχθῦς καλεῖν ⟨ἔλλοπας⟩ οἷον εἰλλομένην τὴν ὄπα καὶ καθειργομένην ἔχοντας. καὶ τὸν ὁμώνυμον ἐμοὶ τῷ Παυσανίᾳ Πυθαγορικῶς παραινεῖν τὰ δόγματα*

στεγάσαι φρενὸς ἔλλοπος εἴσω,
καὶ ὅλως θεὸν ἡγεῖσθαι τὴν σιωπὴν τοὺς ἄνδρας[1].

Wenn also Pausanias zunächst als Gefäss des Vertrauens betrachtet und geheissen wird, die Geheimnisse 'in stummem Herzen zu wahren', so ist das in der Sache selbst und in der philosophischen wie dichterischen Tradition wohl begründet. Denn das pythagoreische Schweigen, so wenig Zuverlässiges wir darüber erfahren, ist doch kein leerer Wahn, und was die dichterischen Vorbilder der Dedication betrifft, so ist neben Hesiod, der diese Form der Didaktik aufgebracht hat — denn bei ihm ist die Überleitung aus der fremden Form des Rügegedichts noch kenntlich — vor Allem an den Ritterspiegel des Theognis zu erinnern. Wie viel also bei dieser Geheimnisskrämerei Ernst, wie viel conventionelle Phrase war, lässt sich wohl jetzt nicht mehr sicher feststellen. Sicher ist, dass die Physik des Empedokles sehr bald sich verbreitete. Der Eleate Zenon scheint dagegen polemisirt zu haben in seiner *Ἐξήγησις Ἐμπεδοκλέους*[2], und Gorgias hatte, wie ich früher darzulegen versucht,

---

[1] Der Archetypus der Symposiaca Vindob. phil. gr. 148. membr., S. XI, quadr., den ich verglichen habe, gibt obigen Text mit folgenden Varianten: *ἔλλοπας* fehlt — *ἴλλομένην* — *τῶι παυσαμένωι* — *περαίνειν* — *στέγουσαι φρενὸς ἀλλ' ὅπερ ἐλασσω καὶ ὅλως θεόν*. Davon ist *ἔλλοπας*, *παραινεῖν*, *ἔλλοπας* bereits von Wyttenbach emendirt worden. Das Übrige habe ich gebessert. Herwerden's Conjectur *τὸν παυσάνεμον* statt *τῶι παυσαμένωι*, die jedem Fachkenner einfallen wird, ist schon deswegen unwahrscheinlich, weil Empedokles in der späteren Tradition als *Κωλυσανέμας* oder *Ἀλεξάνεμος*, nicht aber als *Παυσάνεμος*, bekannt ist. Zu *παραινεῖν* bedarf es auch des Objects in diesem Zusammenhange. *θεὸν* ist richtig vergl. Emp. 399.

[2] Ich habe die Echtheit dieser Schrift *Sitzungsber.* 1884, 359[2] geschützt und halte daran fest, obgleich sich Zeller I[5] 587 Anm. nicht hat überzeugen lassen. Der Titel erweckt ihm Bedenken. Mit Recht, wenn er von Zenon selbst herrühren sollte. Aber das glaubt doch Niemand mehr, dass die Titel der Vorsokratiker von ihnen selbst gewählt seien. Zeno ist kein weitbekannter Philosoph, und seine Schriften ausser der Hauptschrift *Περὶ φύσεως* wird höchstens noch ein Akademiker oder Peripatetiker des 4.—3. Jahrhunderts in Händen gehabt und citirt haben. Damals aber war es ganz gewöhnlich, epikritische Schriften *ἐξηγήσεις* zu nennen, wie ich a. a. O. durch genügende Beispiele erwiesen habe. Es kommt noch der wahrscheinlich auf Herakleides sich beziehende Vers des Antiphanes *ἐν Καρσὶν* hinzu Athen. IV 134 B *ὁ τὸν Ἡράκλειτον πᾶσιν ἐξηγούμενος*. Dass die Eleaten auf polemische Erörterung ihrer Vorgänger und Nebenbuhler angewiesen waren, habe ich öfter auseinandergesetzt, zuletzt in meinem Parmenides S. 63, wo meine Worte nicht so aufgefasst werden dürfen, als ob die *Δόξα* nun selbst eine vollständige Doxographie in Theophrastischer Manier darstelle. Vielmehr sind hier nur die Kernpunkte scharf herausgehoben und zu einer carikirten

in jungen Jahren ebenfalls den Unterricht des Meisters in der Physik genossen, ja an seinen magischen Hantirungen angeblich nach seiner eigenen Aussage Theil genommen[1].

Bevor wir uns nun vollkommen schlüssig machen über die Lösung des Problems der beiden Schriften, müssen wir noch einen Augenblick bei dieser Magie des Empedokles verweilen. Ist denn nicht, wird man einwenden, genau derselbe Widerspruch in der Physik vorhanden, den wir uns oben aus ihr zu entfernen bemühten, wenn der bescheidene Philosoph einmal seinem Pausanias nicht mehr anvertrauen will, als der menschliche Verstand erreichen kann (V. 10), und dabei vor den transscendentalen Speculationen des Parmenides wie vor wahnsinnigen Verirrungen eines gottlosen Übermenschen warnt (11 ff.), und wenn derselbe seinem Jünger ein andermal die Mittel über Leben und Tod, Wind und Wetter in die Hand geben will? Wenn ich nicht irre, hat man diese Tiraden zu ernst genommen:

παύσεις δ' ἀκαμάτων ἀνέμων μένος, οἵ τ' ἐπὶ γαῖαν
ὀρνύμενοι πνοιῇσι καταφθινύθουσιν ἀρούρας,
καὶ πάλιν, εὖτ' ἐθέλησθα, παλίντιτα πνεύματ' ἐπάξεις·
θήσεις δ' ἐξ ὄμβροιο κελαινοῦ καίριον αὐχμόν
ἀνθρώποις, θήσεις δὲ καὶ ἐξ αὐχμοῖο θερείου
ῥεύματα δενδρεόθρεπτα, τά τ' αἰθέριν' ἀίσσονται,
ἄξεις δ' ἐξ Ἀίδαο καταφθιμένου μένος ἀνδρός[2].

Ich lasse billig bei Seite, was die geschäftige Fabulistik der späteren Zeit aus diesen Versen herausgesponnen hat. Im Lichte des physikalischen Systems, wie es uns aus zahlreichen Fragmenten dieses Buches entgegentritt, besagt das Ganze nicht mehr als das, was auch heutzutage die Wissenschaft ihren Adepten verspricht: die Gesetze der Natur mitzutheilen, um dadurch sich zu ihrem Herrn zu machen.

Systematik der vulgären Philosophie zusammengefasst. Die *Δόξα* betrachte ich also als Reflex der ausführlichen Discussion in der Schule. Aber wenigstens von der Auseinandersetzung mit Heraklit sind einige individuellere Züge auch in das Gedicht des Parmenides geflossen. Siehe a. a. O. S. 66. 68 ff. qq.

[1] Laert. VIII 59 *τοῦτόν φησιν ὁ Σάτυρος λέγειν ὡς αὐτὸς παρείη τῷ Ἐμπεδοκλεῖ γοητεύοντι.* Ich habe *Sitzungsber.* 1884. 344[1]. 358 die Gründe dargelegt, warum diese Angabe im Munde des Gorgias bedenklich, dagegen als Citat aus einem Dialoge des Alkidamas anstandslos erscheinen würde. Dass diese Gründe in Hirzel's *Dialog* I 63[1] gewogen und zu leicht befunden wurden, nimmt mich nicht Wunder, da der Verfasser den Dialog dieser Zeit als Geschichtschreibung auffasst. Dann ist es freilich gleichgültig, wenn einmal gelogen worden ist, ob dies in einem Dialog oder einem rhetorischen oder historischen Buche geschehen ist.

[2] *παλίντιτα* 28 scheint die richtige Lesart zu sein: '*wiedervergeltend, den Schaden gutmachend*'. Dass dies Fragment echt ist, beweist jedes Wort. Dass es in die Physik gehört, die zu Anfang stehende (V. 25 S. 407) Anrede, die nur auf Pausanias gehen kann. Der *Ἰατρικός* kommt als prosaisch überhaupt nicht in Betracht.

Das Bedenklichste, die Wiederauferweckung der Todten, hat Herakleides der Pontiker, der aus dieser Stelle einen ganzen Roman gemacht hat, sehr realistisch verstanden. Danach bezog sich diese hier verheissene Wissenschaft auf den Scheintod, den sicher zu erkennen in der That eine Aufgabe der Wissenschaft ist. Was wir nun aus dem Roman des Herakleides wissen[1], läuft nicht auf ein Wunder, sondern auf das Gegentheil hinaus, nämlich dass Empedokles den von ihm erlebten Fall einer nach 7 (oder 30) Tagen aus dem Scheintode zum Leben erweckten Frau (ἄπνους) dem Pausanias erklärt hatte. Das unterscheidende Symptom, an dem der medicinisch geschulte Philosoph besser als die dabeistehenden Fachärzte den Scheintod diagnosticirte, war eine schwache Wärme in der Mitte des Körpers[2]. Und genau so definirte Empedokles in seiner Physik nach dem Excerpte der Placita den Unterschied zwischen Schlaf und Tod[3]. Der Fall der ἄπνους war also in seinem Gedichte offenbar nicht in thaumaturgischer Weise, sondern wissenschaftlich rationalistisch ausgebeutet worden, wie Demokrit nach ihm in seinem Werke *Περὶ τῶν ἐν Ἅιδῃ* die Frage nach der Wiedererweckung ähnlich behandelt haben mag[4]. Diese naturwissenschaftliche Auffassung steht also im schärfsten Gegensatze zu den Nekyien der epischen Poesie und der Legendenklitterung des sechsten Jahrhunderts (Abaris u. A.), deren Geist in den Katharmen des Empedokles[5], aber nicht in seiner Physik, wie wir sie jetzt verstehen, fortlebt. So stellt sich wohl auch die allerdings etwas ruhmredige Verheissung in Bezug auf Wettermachen mehr in den Zusammenhang der Prognosenlitteratur. Empedokles ist also, um einen modernen Fachausdruck zu gebrauchen, in der Physik Occultist, nicht Spiritist. Es handelt sich darum, die mystischen Vorgänge natürlich zu erklären und durch die Kenntniss der Naturvorgänge und ihre geschickte Ausnutzung in den Augen der Menge scheinbare Wunder zu wirken, wie er sie seinem Adepten Pausanias in jenem *ἐπάγγελμα* mitzutheilen verspricht. So möchte ich auch das oben erwähnte Fragment der Physik, welche den Regenbogen als Wetterzeichen behandelt, in diesen Zusammenhang einreihen. Und auch hier knüpft sich ein Band mit Demokrit[6]

---

[1] Bidez S. 24 f.

[2] Galen VIII 414 f. Kühn, aus der »Ἄπνους« des Herakleides, vergl. VII 773.

[3] V. 24. 2 (435. 17) Ἐ. *τὸν μὲν ὕπνον κατάψυξιν τοῦ ἐν τῷ αἵματι θερμοῦ σύμμετρον γίνεσθαι, τὴν δὲ παντελῆ θάνατον.*

[4] Procl. in Remp. 61, 34 Schöll.

[5] Zu Parmenides S. 14 ff.

[6] Plin. XVIII 231 *Democritus talem futuram hiemem arbitratur qualis fuerit brumae dies et circa eum terni, item solstitio aestatem.* Vergl. Cic. de div. I 131. II 30. Siehe Kaibel Herm. XIX 102 ff., der die Vermuthung von Maass, das pseudotheophrastische Wetterbuch stamme aus Demokrit, erschüttert, aber nicht ganz widerlegt hat. Es scheint doch eine ionische Urquelle neben Arat zu bleiben. Und für diese liegt Demokrit am nächsten.

und Hippokrates[1], das heisst mit dem wissenschaftlichen Rationalismus des Aufklärungsjahrhunderts an.

Renan nennt den Empedokles eine Mischung von Newton und Cagliostro[2]. Man wird bei dem Vergleiche des geistreichen Franzosen starke Abstriche machen müssen. Weder an die wissenschaftliche Höhe des Engländers noch an die geniale Charlatanerie seines sicilianischen Landsmannes reicht Empedokles heran. Aber freilich von Beiden steckt etwas in ihm, nur dass es nicht gleichzeitig erwachsen sein kann. Wir können jetzt den halb skeptischen, empirischen, wenn auch nicht ganz auf die Metaphysik verzichtenden Philosophen der Physik[3] und den göttlichen Wander- und Wunderapostel der Katharmen ziemlich reinlich scheiden und nunmehr auf das Bidez'sche Problem mit mehr Aussicht auf Erfolg zurückkommen: Welche Schrift ist älter, die Physik oder die Katharmen?

Bidez hat bei dem Mangel an historischen Beweisstücken über die Chronologie der beiden Schriften zu dem Zeugnisse des Plutarch gegriffen, der den Anfang der Katharmen citirt mit den Worten *ἐν ἀρχῇ τῆς φιλοσοφίας*. Die Ansicht der Früheren, die wegen dieser Worte an die Physik dachten, wird durch den hochprophetischen Inhalt des Fragmentes widerlegt, und Niemand zweifelt heutzutage an seiner Zugehörigkeit zu dem Sühngedicht. Auch fehlt es nicht an Zeugnissen, dass man dieses nicht minder zur Philosophie rechnete als seine Physik. So citirt Clemens einen sicher den Katharmen gehörigen Vers (450) mit dem Lemma *ἡ φιλόσοφος Ἐμπεδοκλέους λέγει ποιητική* und Hippolytos spricht ebenfalls im Hinblick auf dessen Götterlehre (V. 338ff. s. o.) von seiner Philosophie (*τὴν ὑπ' ἐκείνου ἐφευρημένην φιλοσοφίαν*).

Bei einem platonischen Theologen und Daemonologen wie Plutarch ist die Bezeichnung des Sühngedichts als *φιλοσοφία* vollkommen selbstverständlich. Denn die Physik des Empedokles, so gut er sie kennt, lässt ihn wie alle Naturwissenschaft innerlich kalt; dagegen erfüllen die Probleme der Theologie, der Eschatologie, auch der Askese seinen schon ganz neuplatonisch gestimmten Geist. Ein Citat aus einer solchen Schrift mit den Worten *ἐν ἀρχῇ τῆς φιλοσοφίας* eingeleitet zu finden,

---

[1] Hippocr. de aer. loc. aq. S. 34, 18 Kühlew. *εἰδὼς γὰρ τῶν ὡρέων τὰς μεταβολὰς καὶ τῶν ἄστρων ἐπιτολάς τε καὶ δύσιας καθότι ἕκαστον τούτων γίνεται, προειδείη ἂν τὸ ἔτος ὁκοῖόν τι μέλλει γίνεσθαι. οὕτως ἄν τις ἐννοεύμενος καὶ προγινώσκων τοὺς καιροὺς μάλιστ' ἂν εἰδείη περὶ ἑκάστου καὶ τὰ πλεῖστα τυγχάνοι τῆς ὑγιείης καὶ κατορθοίη οὐκ ἐλάχιστα ἐν τῇ τέχνῃ.* So an vielen Stellen.

[2] *Mélanges d'histoire et de voyages* p. 104: *un Newton doublé d'un Cagliostro.*

[3] In dem Verse der Physik 129 *ἀλλὰ τορῶς ταῦτ' ἴσθι θεοῦ πάρα μῦθον ἀκούσας* heisst *θεοῦ πάρα* weder *von mir dem Gotte* (Bidez S. 166) noch *von mir wie von einem Gotte* (Rohde, Psyche II[2] 182[2]), sondern *von der Muse*, wie die Vergleichung von V. 13–15 und besonders 56 lehrt.

ist mithin durchaus nicht auffallend. Nur muss man nicht mit Bidez den Schluss daraus ziehen, die Ausgabe des Empedokles, die Plutarch vorgelegen, habe mit den Katharmen begonnen, woraus er sodann ein Praejudiz für die frühere Abfassung dieser Schrift herleitet. Denn abgesehen davon, dass die Ordnung der Schriften in den antiken Ausgaben nur ausnahmsweise auf die Entstehungszeit Rücksicht nimmt, lagen die einzelnen Bücher dem Plutarch noch in getrennten Papyrusrollen vor. Welche von den 3 (oder wieviel immer) Rollen des Empedokles er aus dem *τεῦχος* herausgriff, lag mithin vollkommen in seinem Belieben. Eine Reihenfolge in diesem Sinne hätte nur so bezeichnet werden können, dass Katharmen und Physik als die 3 Bücher Eines Werkes gezählt worden wären, wovon sich nicht nur kein Anzeichen erhalten hat, sondern was mit den antiken Citaten im Widerspruche steht.

Es fehlt also jede äussere Handhabe[1], und wir sind wie bei den Schriften Platon's und so vieler anderer antiker Schriftsteller lediglich auf Hypothesen angewiesen, die bei einem Dichter, von dem wir nur so geringe Fragmente haben, von vorn herein wenig Aussicht versprechen. Die Sprache und Metrik der beiden Gedichte zeigt dieselbe leicht kenntliche Factur. Nur dass sie in den Katharmen noch etwas künstlicher und schwungvoller erscheint. Aber das liegt zum Theil am Inhalte.

So bleiben nur psychologische Erwägungen übrig, die darauf hinauslaufen: Ist es wahrscheinlicher, dass ein rationalistischer Physiker und Arzt später zum mystischen Propheten und Magier wird oder umgekehrt? Bidez entwirft ein lebhaft empfundenes Gemälde von dem gewaltigen Einfluss, den Empedokles getragen von dem Glauben an seine göttliche Mission auf der Höhe des Lebens durch sein Sühngedicht auf die Masse ausgeübt habe. Er schildert ihn etwa wie einen Savonarola des Alterthums: religiös und politisch eine in Wohlleben versunkene Stadt durch den Prophetenzorn der Katharmen aufrüttelnd, das Evangelium der Askese und Wiedergeburt verkündend, als Seher die Zukunft deutend, als Arzt Wunder wirkend, als politischer Redner die Bürgerschaft zu demokratischen Reformen überredend. Doch bald wird ihm die Stadt zu eng. Er zieht hinaus allen Völkern das Wort Gottes zu verkünden. Der Anfang des Sühngedichtes sei die frohe Botschaft an die zurückgebliebene Gemeinde, in der er seine Reise wie einen Triumphzug schildere. Dahin gehöre, was Timaios von einem grossen Erfolge vor dem in Olympia versammelten Hellenenvolke berichtet. Als er dann aber nach seiner Heimat zurückkehren wollte,

[1] Die Stelle des Aristoteles Metaph. A 3. 984^a 11 (Bidez 170) ist nach der wahrscheinlichen Erklärung von Bonitz zu chronologischen Zwecken unbrauchbar (s. Gomperz G. D. 447). Ebenso wenig der Roman des Herakleides. Bidez 167.

berichtet derselbe Timaios[1], verschloss man ihm die Thür. Die zweite Generation, die unterdessen herangewachsen, geführt von den Söhnen der ehemaligen Feinde, widersetzte sich seiner Rückkehr. So habe er mit seinem treuen Pausanias, dem einzigen, der ihm von den Myriaden von Anhängern geblieben, das bittere Brot der Verbannung gegessen und im Elend unter dem niederdrückenden Eindruck socialer Enttäuschungen sein bescheidenes, skeptisches Lehrgedicht über die Natur an den treuen Jünger verfasst.

Mir erscheint diese Hypothese aus inneren wie äusseren Gründen weniger wahrscheinlich als die entgegengesetzte, die offenbar, wenn auch stillschweigend, bei den bisherigen Biographen des Empedokles zu Grunde gelegt wurde. Es scheint psychologisch sehr viel wahrscheinlicher (wenn es freilich auch an Beispielen vom Gegentheil in der Geschichte nicht ganz fehlt), dass ein Gelehrter in seinen Jugend- und kräftigen Mannesjahren sich ernstlich um die nüchterne Forschung bemüht und das Heil der Speculation im naturwissenschaftlichen Rationalismus erblickt, den er einem esoterischen Kreise mittheilt; dann aber durch widrige Schicksale um Stellung, Einfluss, Reichthum gebracht, im Elend sich dem Prophetenthum in die Arme wirft und im Wettstreit mit Orphikern und Pythagoreern als Arzt, Prophet und Sühnepriester von Stadt zu Stadt ziehend um die Gunst der »Myriaden« buhlt und dabei die landstreicherische *ἀλαζονεία*, zu der er bereits in der Physik einen Ansatz zeigt, zur Virtuosität entwickelte[2]. So, möchte ich glauben, ist aus dem angehenden Newton ein Cagliostro geworden, wie das vorige Jahrhundert so viele hervorragende Männer mit dem Rationalismus beginnen und im abenteuernden Mysticismus enden sah. Es ist schwer, den widerstreitenden Charakter solcher Zeiten und solcher Persönlichkeiten zu begreifen, aber das ist wohl klar, dass nimmermehr ein Philosoph, der sich lange Jahre darin ge-

---

[1] Laert. VIII 67. Die Worte *τοῦ Ἀκράγαντος οἰκιζομένου* sind sinnlos verstümmelt und verderbt, wie das Vorhergehende (s. folgende Anm.). Ich möchte folgende Herstellung des Sinnes versuchen: *ὕστερον μέντοι τοῦ Ἀκραγαντ⟨ίνων δῆμον κατελθεῖν Ἐμπεδο-κλέα⟩ οἴκ⟨αδε ψηφ⟩ιζομένου* [de conatu], *ἀντέστησαν αὐτοῦ τῇ καθόδῳ οἱ τῶν ἐχθρῶν ἀπόγονοι.*

[2] Ähnlich habe ich auch a. a. O. die Entwickelung des Gorgias von der Physik durch den Nihilismus zum praktischen Lehrer der Rhetorik gezeichnet. Auf den Gegensatz zwischen der demokratischen Politik des Empedokles und seiner undemokratischen Poesie macht bereits Timaios unter Anführung des Anfangs der Katharmen aufmerksam: s. Diog. VIII 66. Die Stelle lautet verstümmelt in den Hdss.: *ὅ γέ τοι Τίμαιος ἐν τῇ ā καὶ β̄ (πολλάκις γὰρ αὐτοῦ μνημονεύει) φησὶν ἐναντίαν ἐσχηκέναι γνώμην αὐτὸν τῇ τε πολιτείᾳ φαίνεσθαι, ὅπου δὲ ἀλαζόνα καὶ φίλαυτον ἐν τῇ ποιήσει. φησὶ γοῦν· ʽχαίρετʼ, ἐγὼ δʼ ὑμῖνʼ κτλ.* Ich schreibe: *φησὶν ἐναντίαν ἐσχηκέναι γνώμην αὐτὸν τῇ ἐν πολιτείᾳ ⟨ἐν τῇ ποιήσει· ὅπου μὲν γὰρ μέτριον καὶ ἐπιεικῆ [ἐν τῇ πολιτείᾳ]⟩ φαίνεσθαι, ὅπου δὲ ἀλαζόνα καὶ φίλαυτον [ἐν τῇ ποιήσει]. φησὶ γοῦν κτλ.* Das Wesentliche dieser Ergänzung hat Reiske in seinen handschriftlichen *Animadversiones* [darüber *Hermes* XXIV 302] bemerkt.

fallen hat, den Grosskophta zu spielen, später ein mehrbändiges, von skeptischer Nüchternheit und polyhistorischer Empirie überfliessendes Buch schreiben konnte, das immerhin einen bedeutenden wissenschaftlichen Werth für die damalige Welt besass und auch uns nicht gleichgültig sein kann, insofern hier zuerst Grundgedanken der modernen Naturwissenschaft (Begriff des Elements, Abhängigkeit der Qualitäten von der proportionalen Zusammensetzung der Elemente, Begriff der Entwickelung in der organischen Welt in Vorahnung Darwinistischer Gedanken) in überraschender Weise ausgesprochen sind.

Zur Unterstützung dieser Ansicht, dass die Katharmen dem letzten Lebensabschnitt in der Verbannung und nicht seinem vollkräftigen Wirken in Akragas zuzuweisen sind, lässt sich vor allen Dingen der Anfang anführen:

352 Ὦ φίλοι, οἳ μέγα ἄστυ κατὰ ξανθοῦ Ἀκράγαντος
ναίετ' ἀν' ἄκρα πόλευς, ἀγαθῶν μελεδήμονες ἔργων,
ξείνων αἰδοίων λιμένες, κακότητος ἄπειροι,
355 χαίρετ', ἐγὼ δ' ὔμμιν θεὸς ἄμβροτος οὐκέτι θνητός[1].

So die Widmung an die zurückgebliebenen *γνώριμοι*, die mit solcher Reverenz begrüsst werden, dass man die Hoffnung durchschimmern sieht, diese *ἄριστοι* werden Alles thun, um dem auswärts so hoch Geehrten die Pforten der Stadt wieder zu öffnen. Es ist doch wohl undenkbar, dass dieser Gruss, dem sich die Schilderung seiner grossen Erfolge als Sühnepriester im Auslande sofort anreiht, in Akragas selbst verfasst sein soll.

Endlich lässt sich für die chronologische Bestimmung der beiden Gedichte ein Gesichtspunkt verwerthen, der zu den wenigen durchschlagenden gehört, die in der Platonischen Frage verwendet worden sind, die Beobachtung der Terminologie. Treffen wir in einer philosophischen Schrift einen metaphorischen Ausdruck an (denn alle Terminologie beruht auf der Metapher), der hier noch den ursprünglichen Zusammenhang des bildlichen Ausdruckes und so die Genesis des Begriffs erkennen lässt, so ist diese Schrift im Verhältniss zu einer anderen, wo der Terminus abgeschliffen und conventionell gebraucht wird und in seinem Zusammenhange unverständlich erscheint, als die frühere anzusprechen. Nun bildet einen der originellsten Bestandtheile der Empedokleischen Physik die Einführung der Gegensätze

---

[1] V. 354. 355 klingen an den Demeterhymnus an 119. 120

τέκνα φίλ' αἵτινές ἐστε γυναικῶν θηλυτεράων
χαίρετ', ἐγὼ δ' ὑμῖν μυθήσομαι.

Der Schluss von 355 nach Ω 460

ὦ γέρον ἤτοι ἐγὼ θεὸς ἄμβροτος εἰλήλουθα.

Φιλία und *Νεῖκος*, durch deren Wechselspiel der Kosmos entsteht und vergeht. Der Dichter hat Sorge getragen, durch Gleichsetzung der *Φιλία* mit *Ἀφροδίτη* den volksthümlichen Zusammenhang aufrecht zu erhalten und sein metaphysisches Princip dadurch anschaulich zu machen. Wenn nun der Kerngedanke des althellenischen Pessimismus, der schon bei Anaximander philosophisch umgeprägt worden ist, dass die Geburt Sünde und Unrecht ist gegenüber dem All, in den Katharmen des Empedokles mit dem Terminus *Νεῖκος* in Verbindung gesetzt wird, ohne dass hier eine nähere Erklärung gegeben wird,

381 *τῶν καὶ ἐγὼ νῦν εἰμι φυγὰς θεόθεν καὶ ἀλήτης*
Νείκεϊ μαινομένῳ πίσυνος[1],

so spricht alle Wahrscheinlichkeit dafür, dass der Dichter seine in der Physik ausführlichst dargelegte Lehre bei seinen akragantinischen Freunden voraussetzt. Ja noch mehr, da der Rhapsode Kleomenes in Olympia die Katharmen zum öffentlichen Vortrag brachte, wie Dikaiarchos berichtet (Ath. XIV 620 D. Laert. VIII 63), und Timaios von einem grossen Erfolge des Empedokles in Olympia berichtet (Laert. VIII 66), so liegt es nahe, Beides zu combiniren und daraus den Schluss zu ziehen, dass der Dichter, als er die Katharmen vortragen liess, ein allgemeines Verständniss seiner Dichtung voraussetzte, mithin eine dies bedingende Verbreitung seiner Physik wenigstens in den Grundzügen inzwischen stattgefunden hatte.

Diese hypothetisch erschlossene Chronologie der beiden Gedichte scheint nirgends mit den feststehenden Thatsachen seiner Biographie im Widerspruche zu stehen und darf daher, da sie eine gewisse innere Wahrscheinlichkeit besitzt und die Entwickelung des Philosophen und Dichters begreiflicher zu machen geeignet scheint, mangels äusserer Nachrichten Geltung beanspruchen.

[1] Vielleicht kam der Terminus *Νεῖκος* schon vorher ebenso kurz vor. Darüber bei einer späteren Gelegenheit!

Ausgegeben am 23. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1898.
DER XXXII.
KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

23. Juni. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

*1. Hr. Pernice las über den privatrechtlichen Standpunkt in der Lehre der römischen Juristen.

Die theoretische Scheidung von ius publicum und ius privatum, wie sie die römischen Juristen den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend aufstellen und durchführen, löst die privaten Rechtsinstitute vollständig aus dem Zusammenhange mit dem öffentlichen Rechte und der natürlichen Rücksicht auf das Allgemeine. In Folge dessen sehen die römischen Juristen die privaten Rechtsverhältnisse vom privatrechtlichen Standpunkte, und gelangen durch doctrinäre Begriffsentwickelung von da aus zu Gestaltungen, die für uns fremdartig erscheinen. Dies wird durch Beispiele erläutert, einmal aus dem Processe (Processbeginn, Urtheil, Verjährung); dann an Fällen von »socialen Rechtssätzen« und an den sogenannten Quasicontracten; endlich durch die dingliche Gemeinschaft und die verschiedenen Bürgschaftsformen.

2. Hr. Gerhardt, correspondirendes Mitglied, übersendet eine Mittheilung: Über die vier Briefe von Leibniz, die Samuel König in dem Appel au public, Leide MDCCLIII, veröffentlicht hat.

Von den vier Briefen von Leibniz, die König veröffentlicht hat, dürfte das Original des ersten, datirt Hanover 16 Octobr. 1707, durch welchen der Streit zwischen Maupertuis und König veranlasst wurde, nicht mehr vorhanden sein. Dieser Brief ist für Leibniz von Wichtigkeit, insofern darin die ersten Andeutungen über das Princip der kleinsten Action sich finden. Es wird als höchst wahrscheinlich nachgewiesen, dass derselbe, wie bereits Murr angegeben hat, an Varignon gerichtet war.

3. Hr. Klein legt vor eine Mittheilung des Hrn. Prof. E. Cohen (Greifswald): Über das Meteoreisen von Cincinnati, Vereinigte Staaten.

Dasselbe erweist sich als ein nickelarmer Ataxit und besteht aus: 99.54 Procent Nickeleisen, 0.32 Procent Phosphornickeleisen, 0.14 Procent Troilit.

4. Die philosophisch-historische Classe hat Hrn. Prof. Dr. Theodor Schiemann in Berlin zu einer Reise nach Frankreich zum Zwecke

* erscheint nicht in den akademischen Schriften.

der Sammlung handschriftlichen Materials für eine Geschichte Kaiser Nicolaus' I. von Russland 1000 Mark bewilligt.

Seine Majestät der Kaiser und König haben unter dem 9. Juni geruht, die Wahl des ordentlichen Professors der Archaeologie an der hiesigen Universität, Geheimen Regierungsraths Dr. Reinhard Kekule von Stradonitz zum ordentlichen Mitgliede der philosophisch-historischen Classe der Akademie zu bestätigen.

Die Akademie hat am 18. Juni das correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe Hrn. Karl Wilhelm von Gümbel in München durch den Tod verloren.

Über die vier Briefe von Leibniz, die Samuel König in dem Appel au public, Leide MDCCLIII, veröffentlicht hat.

Von C. I. Gerhardt.

Von den von König veröffentlichten vier Briefen von Leibniz hat nur der vierte die Adresse: B. de Volder (in Leyden) und ist datirt Brunsvigae 21 Januar. 1704 (Leib. Philosoph. Schriften Bd. 2 S. 261 ff.). Der dritte, ohne Adresse und ohne Datum, ist an Pierre Bayle gerichtet (Leib. Philosoph. Schriften Bd. 3 S. 65 ff.). Ein Entwurf dieses Briefes ist datirt Berlin 5 Decembr. 1702. Der zweite Brief ist ebenfalls ohne Adresse und ohne Datum. Das Original hat nur die Aufschrift »Monſieur« (Leib. Philosoph. Schriften Bd. 4 S. 297 ff.). In diesem Briefe handelt Leibniz wesentlich von der Cartesianischen Philosophie. Er ist vielleicht in den ersten Jahren seines Aufenthalts in Hannover geschrieben; in dieser Zeit hatte Leibniz mehrfache Berührungen mit dortigen Cartesianern, namentlich mit Molanus, an den das Schreiben gerichtet sein dürfte[1]. Von dem ersten Briefe, datirt Hanover le 16 Octobre 1707, ohne Adresse, dessen Inhalt den Streit zwischen Maupertuis und König veranlasste, ist das Original bisher nicht aufgefunden worden. In Betreff dieses Briefes wird das Folgende vorausgeschickt.

Samuel König, geb. zu Büdingen in der Grafschaft Isenburg, studirte bei den Bernoulli's in Basel Mathematik. Seine Studiengenossen waren Maupertuis und Clairaut. Daniel Bernoulli, der Sohn Johann's, giebt ihm das Zeugniss eines tüchtigen Mathematikers[2]. Durch den Mathematiker Hermann, der als Professor der Moral an der Universität Basel Vorlesungen hielt, wurde er für Leibniz gewonnen. Aus dem Briefwechsel König's mit Albrecht von Haller ergeben sich seine

[1] Siehe den Briefwechsel zwischen Leibniz, Eckhard und Molanus, 1677—1679. Leib. Philosoph. Schriften Bd. 1 S. 208 ff.

[2] D. Bernoulli an Euler, Basel d. 4. Juni 1735 (Fuss. Correspondance mathématique et phyſique de quelques célèbres Géomètres du XVIIIe siècle. St.-Pétersbourg 1843. Tom. II. p. 426).

ferneren Lebensverhältnisse und seine wissenschaftlichen Bestrebungen[1]. Er beschäftigte sich zunächst mit Studien über Dynamik[2]. Im Winter 1738 arbeitete König an der Correspondenz zwischen Leibniz und Joh. Bernoulli, die er herauszugeben beabsichtigte[3]. König bemühte sich vergeblich, eine feste Stellung zu gewinnen. Im Jahre 1741 befand er sich in Bern. Er machte die Bekanntschaft des Hauptmanns Henzi, der ein grosser Sammler von Manuscripten war[4]. Von ihm erhielt er Briefe von Leibniz, theils in Originalen, theils in Abschriften[5]. Mit ihm zugleich unterschrieb König das »Memorial« (Bittschrift) an den Rath von Bern, das eine zweckmässigere Wahlart des Rathes der Zweihundert in den höflichsten Formen verlangte. Die Unterzeichner wurden verbannt. König, der vorher den übeln Ausgang der Sache geahnt hatte, wandte sich an seinen Gönner Haller mit der Bitte, ihn für eine Stelle im Auslande zu empfehlen. In Holland waren zwei Stellen an den Akademien zu Gröningen und zu Franecker vacant; durch die Empfehlung Haller's an den Prinzen von Oranien erhielt König 1744 eine Stelle an der Akademie von Franecker. Im Besitz einer gesicherten Stellung wandte er sich sofort wieder seinen Lieblingsgedanken zu, Leibnizens sämmtliche mathematische und philosophische Schriften, die zu einander in Beziehung ständen, gedruckte wie ungedruckte, herauszugeben. Er bittet Haller, in Hannover in Betreff der Leibnizischen Manuscripte Erkundigungen einzuziehen, im günstigen Falle wolle er selbst eine Reise dahin unternehmen. An der Spitze der Hannoverschen Bibliothek stand damals Gruber, der selbst ein »Commercium Epistolicum Leibnitianum« veröffentlicht hat[6]. So kam es, dass König's Plan

---

[1] Siehe Auszüge aus Samuel König's Briefen an Albrecht von Haller, mit litterarisch-historischen Notizen von R. Wolf. Bern 1845.

[2] Die Nova Act. Erudit. Lipf. enthalten die Abhandlungen: De centro inertiae atque gravitatis meditatiuncula prima 1738; Demonstratio brevis theorematis Cartesiani 1738.

[3] Es steht nicht fest, dass König die Correspondenz herausgegeben hat, die unter dem Titel: Vir. celeb. G. Leibnitii et Ioh. Bernoullii Commercium philosophicum et mathematicum. II. Tom. Laufannae et Genev. Bousquet 1745. erschienen ist.

[4] Henzi war ein äusserst talentvoller, gebildeter und belesener Mann, auch in den mathematischen Wissenschaften nicht ohne Kenntniss. Er hinterliess eine reichhaltige Bibliothek und 300 Manuscriptbände allen möglichen Inhalts von seiner Hand geschrieben. Dieser gesammte handschriftliche Nachlass wurde bei seiner Verhaftung confiscirt und dem Geheimen Rath in Bern zur Disposition gestellt; es wurde beschlossen, Briefschaften in Originalen und Copien zu verbrennen. Siehe Graf, Geschichte der Mathematik und Naturwissenschaften in den Bernischen Landen. Bern und Basel 1889. Drittes Heft erste Abtheilung S. 42.

[5] König schreibt an Haller, à la Haye 10 novembre 1752: Je dois Vous avertir que j'ai reçu de feu Henzi deux sortes de lettres de Leibnitz, les unes écrites de sa main, les autres écrites d'une autre main; en me faisant présent des premières, il m'a fait payer 15 crones des dernières, et la lettre en question auffi bien que les autres lettres que j'ai fait imprimer sont de cette dernière sorte.

[6] Commercium Epistolicum Leibnitzianum. II. Tom. rec. J. D. Gruber. Hannov. 1745.

keine günstige Aufnahme fand. Trotzdem behielt König die Sache fortwährend im Auge. Er schreibt aus Hannover, das er auf der Rückreise aus dem Bade Pyrmont besuchte, an Haller (3 Octobre 1750): Pardessus toute chose l'histoire du calcul differentiel me tient à cœur; Maupertuis encore dernièrement l'attribua à Newton avec tant de hauteur et de mépris pour Leibnitz, que j'ai résolu, si on me veut communiquer les papiers, d'abolir ce scandale à jamais et de remettre l'Allemagne en pleine possession de cette gloire qui lui est due si justement.

In das Jahr 1751 fällt der Anfang des Streites zwischen König und Maupertuis. Da Letzterer dem Streite eine solche Wendung zu geben verstand, dass es zuletzt sich nicht um den Inhalt des von König dargebrachten Leibnizischen Briefes handelte, sondern lediglich darum, dass Leibniz den Brief geschrieben, und an wen er gerichtet war, so wird hier nur die Frage zu behandeln sein, ob Leibniz den Brief geschrieben und an wen er ihn adressirt hat. Maupertuis hatte in der Histoire de l'Académie Royale des sciences et belles lettres 1746 (Berlin 1748) eine Abhandlung veröffentlicht unter dem Titel: Les loís du mouvement et du repos déduites d'un principe métaphysique, in welcher er, um die Erscheinungen der Natur zu erklären, als »Principe général« aufstellte: Lorsqu'il arrive quelque changement dans la nature, la quantité d'action, nécessaire pour ce changement, est la plus petite qu'il soit possible. La quantité d'action est le produit de la masse des corps, par leur vitesse et par l'espace qu'ils parcourent. Als Entgegnung hierauf erschien die Abhandlung: De universali principio aequilibrii et motus, in vi viva reperto, deque nexu inter vim vivam et actionem, utriusque minimo, dissertatio, autore Sam. Koenigio, Profess. Franeq. (Nova Acta Erudit. mensis Martii A. 1751), in welcher der Verfasser nachzuweisen sucht, dass das Princip der kleinsten Wirkung nicht allgemein gültig sei. Zum Schluss erwähnt König, dass bereits Leibniz in einem Briefe an Hermann bemerkt habe, dass in den Modificationen der Bewegungen die Action gewöhnlich ein Maximum oder Minimum werde; man könne daraus mehrere wichtige Folgerungen herleiten, unter anderen könne es möglich sein, die Curven zu bestimmen, welche die Körper, die von einem oder mehreren Centren angezogen würden, beschreiben. Ohne auf die Sache selbst einzugehen, sah Maupertuis in unbegrenztem Ehrgeiz dadurch die Priorität seines Princips bedroht. Zunächst veranlasste er Nachforschungen in Basel und Bern in Betreff der Existenz des Originals des Leibnizischen Briefes an Hermann; die Briefe, die Henzi besass, waren, wie bereits bemerkt, verbrannt; die Nachfragen waren erfolglos, ebenso die, welche König in Basel anstellen liess. Maupertuis machte den Streit mit König, der ursprünglich ein persönlicher war, bei der Akademie der Wissenschaften an-

hängig; es wurde entschieden, dass der Brief, aus welchem König das Bruchstück mitgetheilt hatte, nicht existirte und untergeschoben sei. In Folge des ungeheueren Aufsehens, welches dieser Handel zwischen Maupertuis und König machte, wurden die Nachforschungen nach dem von König veröffentlichten Brief fortgesetzt. Bei den Erben Hermann's in Basel wurden 19 Briefe von Leibniz in den Jahren 1752 und 1753 gefunden, darunter aber weder der gesuchte Brief noch irgend eine Spur, dass der in Rede stehende Brief in die Correspondenz hineinpasste.

Aus dem Bisherigen ergiebt sich Folgendes: Da für drei Briefe, die König in dem Appel au public veröffentlicht hat, die Leibnizischen Originale in der Königlichen Bibliothek zu Hannover als vorhanden nachgewiesen sind, so ist die Annahme mit grösster Wahrscheinlichkeit berechtigt, dass auch der in Rede stehende Brief vorhanden gewesen ist, wovon Henzi eine Abschrift besass, und dass demnach dieser Brief nicht als untergeschoben zu betrachten ist. Auch kann die bestimmte Angabe König's, dass er die Abschrift von Henzi gekauft habe, wohl nicht bezweifelt werden. Nur die Angabe König's, dass dieser Brief an Hermann gerichtet gewesen sei, ist eine irrige.

Das gewaltige Aufsehen, welches der Streit zwischen Maupertuis und König verursacht hatte, vermochte wahrscheinlich den Nürnberger Litteraten von Murr auf seinen Reisen zu Nachforschungen nach dem in Rede stehenden Brief Leibnizens. Über die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner Reisen hat von Murr in dem Journal zur Kunst- und Litteraturgeschichte 1775–1789 in 17 Bänden und im Neuen Journal zur Litteratur- und Kunstgeschichte 1798, 1799 in 2 Bänden berichtet. Er zeigt darin ein besonderes Interesse für die Geschichte der Mathematik, namentlich auch für Leibniz; seine Berichte sind jedoch für die Geschichte der Mathematik unbeachtet geblieben. von Murr begann seine erste Reise wenige Jahre später nach dem Streite zwischen Maupertuis und König im Jahre 1756. Er besuchte Strassburg, Rotterdam, Leyden, Utrecht, London, Oxford, Cambridge, überall mit den hervorragendsten Gelehrten Beziehungen anknüpfend. Gegen Ende 1757 kehrte er nach Nürnberg zurück. Anfangs 1758 ging von Murr nach Wien, wo er ein Jahr blieb; er besuchte Venedig, Padua, Vicenza und andere Städte Oberitaliens. 1761 ging er zum zweiten Male nach London, zurück über Hamburg. In Hannover machte von Murr Versuche, sowohl directe als durch einflussreiche Vermittler, zu der Benutzung des handschriftlichen Nachlasses von Leibniz zu gelangen, jedoch ohne Erfolg. Er berichtet darüber: »(Leibniz') Meditationes, Excerpta etc. sind jetzt auf der königlichen Bibliothek zu Hannover rudis indigestaque moles. Wie viele seiner mathematischen Entwürfe müssen nicht

darunter seyn! Mit Unrecht hält dieses Herr Hofrath Jung (Bibliothekar) für eine Reliquienliebhaberey ...... Ich gab mir seit 1773 alle erdenkliche Mühe wegen des Leibnitzischen Handschriften-Chaos, und würde auf eigene Unkosten mich gern ein Jahr in Hannover aufgehalten haben, wenn ich ungestört die Leibnitiana hätte in Ordnung bringen dürfen«. Noch im Jahre 1788 versuchte von Murr durch den Premier-Minister Freiherrn von Lichtenstein zu den Leibnizischen Handschriften zu gelangen; in Folge des Berichtes durch den Hofrath Jung wurde die Bitte von Murr's abgelehnt. Indess hatte er Gelegenheit, mit wissenschaftlich gebildeten Männern in Hannover zu verkehren, und höchst wahrscheinlich erfuhr er auf diesem Wege, dass der in Rede stehende Brief Leibnizens nicht an Hermann, sondern an Varignon gerichtet war[1]. Es konnte nicht ausbleiben, dass der Streit zwischen Maupertuis und König über den Leibnizischen Brief auch in Hannover Aufsehen erregte, und dass die dort lebenden wissenschaftlich Gebildeten sich dafür interessirten. Unter der Hand konnten sie wohl erfahren, wie es mit der Beseitigung der Leibnizischen Briefe aus den Correspondenzen mit Hermann und Varignon zugegangen sei, von der die dortigen Bibliothekbeamten Kenntniss hatten. Die Kunde davon erhielt sich in den folgenden Jahrzehnten, und so konnte sie von Murr erfahren.

Durch diese Notizen veranlasst habe ich die Correspondenz zwischen Leibniz und Varignon, soweit sie auf der Königlichen Bibliothek in Hannover erhalten ist, untersucht. Sie besteht aus folgenden Briefen:

Varig. an Leib. Paris ce 28 Novembr. (1701),
Leib. an Varig. Hanover 2 Fevrier 1702,
Leib. an Varig. 14 Avril 1702,
Varig. an Leib. Paris ce 23 May 1702,
Leib. an Varig. Luzbourg pres de Berlin 20 Juin 1702,
Varig. an Leib. Paris ce 5 Avril 1704,
Leib. an Varig. (im Auszuge) ohne Ort und Datum,
Varig. an Leib. Paris ce 6 Decembr. 1704,
Leib. an Varig. Hanover ce 27 Juillet 1705,
Varig. an Leib. Paris ce 9 Octobr. 1705,
Varig. an Leib. Paris ce 26 Novembr. 1705,
Varig. an Leib. Paris ce 29 Avril (1706),
Leib. an Varig. 10 Octobr. 1706,
Varig. an Leibniz ohne Ort und Datum,

[1] In dem Vorbericht zu der von Eckhard verfassten Lebensbeschreibung Leibnizens (Journal zur Kunst- und Litteraturgeschichte Bd. 7, S. 127, erschienen 1779) schreibt von Murr gelegentlich des Leibnizischen Briefwechsels, dass derselbe enthält »mehrere andere tiefe Meditationen, von denen er selbst (Leibniz) in dem merkwürdigen Briefe an Varignon schreibt«. In dem Neuen Journal Bd. 1 (erschienen 1798) schreibt von Murr »wahrscheinlichst an Varignon gerichtet«.

Leib. an Varig. 12 Aoust 1707,
Varig. an Leib. Paris ce 3 Sept. 1707,
Varig. an Leib. Paris ce 16 Mars 1708,
Varig. an Leib. Paris ce 28 April (1708),
Varig. an Leib. Paris ce 16 Decembr. 1709,
Leib. an Varig. ohne Ort und Datum,
Varig. an Leib. Paris 4 Decembr. 1710,
Leib. an Varig. Hannover ce 12 Fevrier 1711,
Varig. an Leib. Paris ce 23 Mars 1711,
Leib. an Varig. ohne Ort und Datum,
Varig. an Leib. Paris le 19 Novembr. 1712,
Leib. an Varig. 18 Janvier 1713,
Varig. an Leib. Paris le 10 Mars 1713,
Leib. an Varig. (im Auszuge) 28 Juin 1713,
Varig. an Leib. Paris le 9 Aoust 1713,
Varig. an Leib. le 3 Mars 1714,
Varig. an Leib. Paris le 25 May 1714,
Leib. an Varig. ohne Ort und Datum,
Varig. an Leib. Paris le 20 Juillet 1715,
Varig. an Leib. Paris le 9 Novembr. 1715,
Varig. an Leib. Paris le 27 Fevrier 1716.

In der im Ganzen regelmässig fortlaufenden Correspondenz zeigen sich auffallende Lücken in den Jahren 1706, 1707, 1708, 1709; die Leibnizischen Briefe fehlen; in dem Briefe Varignon's, datirt 16 Mars 1708, wird auf einen fehlenden Brief Leibnizens vom 1. März 1708, in dem Briefe Varignon's vom 28 Avril (1708) wird auf einen anderen fehlenden Brief Leibnizens vom 9. April 1708 hingewiesen. Der in Rede stehende Brief Leibnizens, datirt Hanover le 16 Octobr. 1707, fehlt ebenfalls.

Es erübrigt zuzusehen, ob vielleicht dieser Brief Andeutungen enthält, welche Mittheilungen in Varignon's Briefen entsprechen. Der Brief beginnt: Je suis charmé d'apprendre que vous soyiez rétabli de l'incommodité dont votre derniére faisoit mention. Pour l'intérêt des sciences et celui de vos amis, vous devez vous ménager, et ufer sobrement du plaifir des longues méditations, qui peuvent ruiner aifément la meilleure constitution. Vorstehendes bezieht sich auf zwei Briefe Varignon's vom 29 Avril (1706) und auf einen folgenden ohne Ort und Datum, wahrscheinlich aus demselben Jahre 1706. In dem ersten schreibt Varignon: Il y a quatre mois que je dois réponfe à votre lettre du 21. Decembre dernier (1705)[1], et il y en a cinq que

[1] Dieser Brief Leibnizens fehlt.

je ne suis presque capable de rien. Je fus attaqué le 21. Novembre de maux de teste accompagnés de foiblesses qui à peine me permirent d'achever la lettre que je vous envoyay le 26. du même mois (1705), et de lire celle que je reçu alors de vous en datte du 6. même mois (1705)[1] aussi, sans oser m'appliquer aux demonstrations qu'elle contenoit. Je ne vous dis rien de mon mal dans ma lettre, croyant qu'il n'auroit pas des suites, mais j'en ay été tellement maltraité ce temps-là que toutte application m'a été interdite: de sorte que je n'ay seulement osé jetter les yeux sur vos deux demonstrations de la force centrifuge, que vers la semaine sainte que je me trouvay assez de néteté de teste pour oser m'y appliquer. — In dem folgenden Briefe, ohne Ort und Datum, wahrscheinlich aus demselben Jahre 1706 schreibt Varignon: Ce long silence dont il (le Pere Lelong) me marqua que vous étiez surpris vient d'une maladie de laquelle je pensay mourir il y a 20 mois, et dont il me reste encore des maux de teste qui ne me permettent point encore de m'appliquer comme auparavant, quoyque les eaux de Vichy et Bourbon, où je fus l'année passée, les ayant fort diminuées. Ils étoient accompagnés de foiblesses effrayantes, comme d'un homme à qui on auroit ouvert les veines des bras et des jambes et qui seroit sur le point d'expirer par la perte de son sang: ces eaux les ont (graces à Dieu) dissipées et à mes maux de teste près, ma santé est presentement assez bonne.

In dem in Rede stehenden Briefe heisst es im Anschluss an das Obige weiter: Je vous ai témoigné dans ma précedente, combien je suis aise que vous soyiez aussi content de votre place, que ceux qui vous l'ont conferée le sont de vous. J'espère que cet heureux commencement sera suivi d'autres agrémens, auxquels je me serai un plaisir de contribuer toutes les fois que j'en aurai l'occasion. Der vorausgehende Brief Leibnizens vom 12. August 1701 enthält nur den Glückwunsch in Betreff der Wiederherstellung Varignon's. Von dessen Stellung ist nicht die Rede; früher in einem Briefe vom 23 May 1702 meldet Varignon, dass er »Professeur des Mathematiques au College des quatre nations« sei.

Es folgt nun der Übergang zu dem eigentlichen Inhalt des Briefes. Dieser besteht aus zwei Theilen: der erste handelt von dem »Principe de Continuité«, der zweite über die »Principes de Dynamique«. Es heisst in dem Briefe weiter: N'aiant pas eu le temps cette fois de toucher aux matieres de Géométrie, que vous me proposez, je me contenterai de repondre à l'article de votre Lettre, où vous me demandez des éclaircissemens sur mon Principe de Continuité. Der hier erwähnte

[1] Dieser Brief Leibnizens fehlt.

Brief Varignon's fehlt. In den vorhandenen Briefen Varignon's ist fast nur die Rede von der Bewegung im widerstehenden Mittel in Anlehnung an die Abhandlung Leibnizens: Schediasma de Resistentia medii et Motu projectorum gravium in medio resistente (Act. Erudit. Lipſ. an. 1689). Zur Construction der krummen Linien suchte Varignon Auskunft bei Leibniz in Betreff der Anwendung des Princips der Continuität.

Der zweite Theil des Briefes, der von den Principien der Dynamik handelt, enthält die Stelle, die den Streit zwischen Maupertuis und König veranlasste. König hatte in der oben erwähnten Abhandlung aus dem Jahre 1751: De univerſali principis aequilibrii etc. geschrieben: Ut finem faciam, hoc addo, videri Leibnitium multo latius patentem Actiones theoriam habuiſſe, quam fortaſſe nunc etiam suspicari poſſumus. Est enim ejus ad Hermannum Epistola, in qua scribit: L'action n'est point ce que vous penſez, la conſideration du temps y entre; elle est comme le produit de la maſſe par le temps ou du temps par la force vive[1]. J'ai remarqué que dans les modifications des mouvements elle devient ordinairement un maximum, ou un minimum. On en peut déduire pluſieurs propoſitions de grande conséquence; elle pourrait servir à déterminer les courbes que décrivent les corps attirés à un ou pluſieurs centres. Je voulais traiter de ces choses entr' autres dans la seconde partie de ma Dynamique, que j'ai supprimée; le mauvais accueil, que le préjugé a fait à la première, m'ayant dégoûté. Zu diesen letzten Worten bemerke ich: Leibniz hatte während seines Aufenthalts in Italien im Jahre 1689 eine grössere Schrift: Dynamica de Potentia et Legibus Naturae corporeae, verfasst; sie war bis auf die letzte Section, in welcher er De applicatione virium seu de Machinis zu behandeln gedachte, vollendet. Er hatte das Manuscript einem Freunde, dem Freiherrn von Bodenhausen, in Florenz zur Herausgabe überlassen. Die Schrift erschien nicht, da Leibniz die Übersendung des Manuscripts der letzten Section unterliess. Einige Jahre später beschloss Leibniz seine Ideen über die Dynamik in kürzerer Fassung bekannt zu machen. Er übersandte an die Redaction der Act. Erudit. Lipſ. eine Abhandlung: Specimen Dynamicum pro admirandis Naturae Legibus circa corporum vires et mutuas actiones detegendis et ad suas cauſas revocandis. Pars I., die im Jahre 1695 in den Act. Erudit. Lipſ. ohne die dazu gehörenden Figuren erschien. Die Redaction machte ihm jedoch die Mittheilung, dass sie auf eine Fortsetzung verzichte,

[1] Der Irrthum, den König hier macht, dass der Brief an Hermann gerichtet sei, ist schon oben erwähnt. Hier ist zu berichtigen, dass an Stelle der Worte: elle est comme le produit de la maſſe par le temps, es heissen muss: comme le produit de la maſſe par l'espace et la viteſſe.

insofern das Publicum für dergleichen kein Gefallen zeige. Demnach unterliess Leibniz eine weitere Mittheilung.

Aus Vorstehendem dürfte sich wohl unzweifelhaft ergeben, dass das Brieffragment, welches König veröffentlichte, nicht erdichtet, und der ganze Brief nicht untergeschoben ist. Der Brief ist von Leibniz geschrieben. Auch ist mit einer der Gewissheit nahekommenden Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, dass er an Varignon gerichtet war. Die gleichzeitigen Briefe in der Correspondenz mit Varignon in der Königlichen Bibliothek zu Hannover sind ebenso verschwunden, wie die Briefe Leibnizens in der dortigen Correspondenz mit Hermann.

Über das Meteoreisen von Cincinnati, Vereinigte Staaten.

Von Prof. Dr. E. Cohen
in Greifswald.

(Vorgelegt von Hrn. Klein.)

Über das Meteoreisen von Cincinnati ist nur bekannt, was Wülfing auf Grund einer brieflichen Mittheilung von Weinschenk angiebt. Letztere lautet:

»Das Eisen von Cincinnati wurde von Hosaeus dem hiesigen (Münchener) Institut geschenkt; er besass eine ziemlich grosse Platte und war im Zweifel, ob es ein Meteorit sei. Das Eisen hat einen ziemlich hohen Gehalt an Nickel, ist ziemlich dicht und zeigt kleine glänzende Stäbchen; doch ist mir seine meteorische Natur zweifelhaft. Es soll bei einem Hausbau in Cincinnati gefunden worden sein.«[1]

Hr. Dr. Weinschenk war so freundlich, mir das betreffende 28^{gr} schwere Stück mit einer Schnittfläche von $6\frac{1}{2}^{qcm}$ für die Untersuchung zur Verfügung zu stellen.

Das Eisen verhält sich beim Ätzen Campo del Cielo und Siratik sehr ähnlich. Lässt man schwache Salpetersäure nur kurze Zeit einwirken, so treten wenige niedrige und schmale, glänzende Wülste hervor,[2] während die Hauptmasse eben und glänzend bleibt; nur unter dem Mikroskop erkennt man äusserst feine Furchen, welche einen Aufbau aus $0^{mm}_{.}02$ bis $0^{mm}_{.}2$ grossen, das Licht gleichzeitig reflectirenden Körnern anzudeuten scheinen. Bei stärkerem Ätzen vermehren sich die Wülste, und es treten einschnittartige Vertiefungen auf; die Zahl beider bleibt aber hier merklich geringer. Im Übrigen verhält sich Cincinnati nicht auf der ganzen Schnittfläche gleichartig. Etwa zwei

[1] E. A. Wülfing, Die Meteoriten in Sammlungen und ihre Literatur nebst einem Versuch den Tauschwerth der Meteoriten zu bestimmen 399. Tübingen 1897.

[2] Diese Wülste sind es wohl, welche Weinschenk als »kleine glänzende Stäbchen« erwähnt; von Rhabdit, an welchen man denken könnte, habe ich jedenfalls nichts wahrgenommen.

Drittel derselben nimmt die gleiche wulstig-höckerige Oberfläche an, wie Campo del Cielo, mit deutlicher paralleler Anordnung der kleinen wulstförmigen Erhöhungen; im anderen an grösseren Wülsten bez. an Einschnitten ärmeren Theil tritt ein deutlich körniges Gefüge hervor, ähnlich demjenigen, welches Siratik bei ungefähr gleich starker Ätzung zeigt. Die einzelnen recht scharf von einander sich abhebenden Körner sind im Grossen ziemlich isometrisch, im Kleinen mannigfach ausgebuchtet und gezackt; je eine grössere Zahl reflectirt das Licht gleichzeitig.

Die Natur der grösseren Wülste und der bei stärkerem Ätzen entstehenden einschnittartigen Vertiefungen liess sich hier ebensowenig wie bei den zwei anderen genannten Meteoreisen mit Sicherheit ermitteln; doch halte ich es für recht wahrscheinlich, dass feine Lamellen von Troilit vorliegen, welche wulstförmige Erhöhungen bedingen, so lange sie noch durch eine dünne Lage von Nickeleisen gegen die Einwirkung der Säure geschützt werden, dagegen Vertiefungen von der Gestalt der Lamellen, sowie jene schützende Decke fortgeätzt ist und der Troilit aufgelöst werden kann. Bei einer demnächst zu veröffentlichenden Untersuchung von Campo del Cielo, von welchem reichlicheres Material zur Verfügung steht, werde ich Gelegenheit haben, etwas näher auf diese Erscheinungen einzugehen.

An accessorischen Gemengtheilen habe ich in Cincinnati nur an einer Stelle einige unregelmässig gestaltete Partien von Schreibersit beobachtet.

Die von Hrn. O. Sjöström ausgeführte Analyse lieferte die unter I und I*a* folgenden Zahlen; I*b* giebt die Gesammtzusammensetzung, I*c* die Zusammensetzung des Nickeleisen nach Abzug von Phosphornickeleisen und Troilit. Das Eisen löste sich ohne Rückstand in Königswasser auf. Chrom ist nicht vorhanden; auf Kohlenstoff und Chlor wurde in Folge des geringen zur Verfügung stehenden Materials nicht geprüft.

	I	I*a*	I*b*	I*c*
Angew. Subst.	0.7173	2.4782		
Fe	94.47		94.47	93.98
Ni	5.43		5.43	5.34
Co	0.68		0.68	0.67
Cu		0.013	0.01	0.01
P	0.05		0.05	
S		0.052	0.05	
			100.69	100.00

Daraus ergiebt sich als mineralogische Zusammensetzung:

Nickeleisen	99.54
Phosphornickeleisen	0.32
Troilit	0.14
	100.00

Das specifische Gewicht bestimmte Hr. Dr. W. Leick zu 7.6895 bei 14°9 C. (Gewicht des Stückes 23gr96), den specifischen Magnetismus per Gramm zu 0.44. Unter Berücksichtigung der accessorischen Gemengtheile berechnet sich das specifische Gewicht für das Nickeleisen zu 7.6982.

Da Cincinnati weder mit Campo del Cielo, noch mit Siratik vollständig übereinstimmt, liegt keinerlei Anlass vor, eine Verwechselung von Seiten Hosaeus' anzunehmen, wozu man bei flüchtiger Betrachtung von Cincinnati wohl geneigt sein könnte. Andererseits muss jedoch hervorgehoben werden, dass mir von den drei in Betracht kommenden Eisen nur je ein Stück zum Vergleich vorliegt, so dass immerhin andere Theile von Campo del Cielo und Siratik die gleichen Structurunterschiede zeigen können, wie Cincinnati.

Betrachtet man Cincinnati als selbständiges Eisen, dann bildet dasselbe mit Siratik und Campo del Cielo eine gut charakterisirte Gruppe der nickelarmen Ataxite, welche sich durch Wülste und einschnittartige Vertiefungen auszeichnet, und deren Vertreter nahezu die gleiche chemische Zusammensetzung besitzen.

Ausgegeben am 30. Juni.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

SITZUNGSBERICHTE 1898.

DER XXXIII.

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

30. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Vorsitzender Secretar: Hr. Waldeyer.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit einer Ansprache, deren Inhalt die bei der Akademie bestehenden Stiftungen und die von ihr unterstützten grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen bildeten. Er ging davon aus, dass bereits Leibniz wiederholt und mit Entschiedenheit die wissenschaftliche Vorbereitung und werkthätige Unterstützung experimenteller Untersuchungen und Forschungsreisen als eine Hauptaufgabe der Akademien bezeichnet habe. Auch seien schon gleich bei der Gründung unserer Akademie die Einrichtung eines astronomischen Observatoriums und Mittel für die Ausführung von Experimenten in den Kostenanschlag aufgenommen worden.

Die gegenwärtig bestehenden Stiftungen der Akademie und ihre fortlaufenden grösseren Unternehmungen wurden kurz besprochen, und es wurde hervorgehoben, wie die Akademie dem Leibniz'schen Gedanken nach dieser Richtung hin nachgekommen sei. Der Redner schloss mit dem Hinweise auf die grossen Aufgaben, welche der Thätigkeit gelehrter Gesellschaften und im Besonderen unserer Akademie auf allen Gebieten, vorzugsweise aber auf dem der Naturwissenschaften, noch bevorständen. Gerade die Lösung schwieriger Probleme und die Durchführung grösserer wissenschaftlicher Unternehmungen, für welche die Laboratorien unserer höheren Lehranstalten nicht eintreten könnten, sei so recht im Sinne Leibnizens Sache der Akademien. Möchten die Mittel dazu nicht fehlen, und möchte die bevorstehende zweihundertjährige Jubelfeier unserer Akademie den Anlass geben, dass ihre Kräfte auch nach dieser Richtung hin verstärkt würden!

Hierauf hielt Hr. Engelmann folgende Antrittsrede:

Naturgemäss richtet sich an jedem Wendepunkt unseres reiferen Lebens der Blick zurück in die Vergangenheit und vorwärts, der Zu-

kunft zu. An solchem Wendepunkte angelangt, nach mehr als 30jähriger Abwesenheit in mein Vaterland zurückgerufen und geehrt durch die Aufnahme in diese Akademie, darf ich heute, mit tiefem Danke für die mir erwiesene Auszeichnung, zugleich der dem Neuaufgenommenen obliegenden Verpflichtung zu einem Ausblick auf das eigene Werden und Streben Worte verleihen.

Für den Entwickelungsgang eines Forschers pflegt es von entscheidender Bedeutung zu sein, von welcher Seite her, von welchem Vorlande aus er das engere Reich seiner Wissenschaft betritt. Kenntnisse, Anschauungen, leitende Gedanken, Forschungsweise und Forschungsziele sind in jedem Falle andere.

Zur Physiologie, diesem so viel verzweigten, fast alle Reiche der Natur- und Geisteswissenschaften berührenden Gebiete führen vielerlei Wege und jeder davon hat seine eigenthümlichen Vorzüge und Nachtheile.

War es in ältester Zeit vorherrschend die Heilkunst, welche aus praktischem Bedürfniss heraus ihre Jünger zu umfassender Erforschung der Lebensvorgänge trieb, so trat später die Anatomie im Bunde mit vergleichender Anatomie an diese Stelle. Mit der Zergliederung des todten Körpers vereinigte sich der physiologische Versuch am lebenden und stempelte die Physiologie zu einer Anatome animata. Seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts gewann mit der Ausbildung der Physik und Chemie die Erforschung der stofflichen und energetischen Probleme der Organismen selbständige Bedeutung. Physiker und Chemiker bahnten sich eigene Wege in die Biologie. Neben der anatomischen erstand eine chemisch-physiologische und eine physikalisch-physiologische Richtung.

In der Zeit, da mein Studium begann, waren auf jedem der genannten Wege bereits durch methodische Anwendung der causalen, nach dem Werden der Dinge fragenden Forschung die grossen, grundlegenden Wahrheiten und leitenden Gesetze gefunden, welche heute die gesammte Biologie beherrschen. Die systematische Untersuchung der Entwickelung der Organismen und ihrer Gewebe hatte die Zelle als morphologisches und physiologisches Urelement der gesammten belebten Natur, als den Elementarorganismus κατ᾽ ἐξοχήν kennen gelehrt. Zunächst nur für die Pflanzen und die höheren Thiere bewiesen, hatte sich die Gültigkeit der Zellentheorie doch bald, namentlich durch die Bemühungen von C. Th. von Siebold, auch für die niedersten thierischen Organismen und durch R. Virchow's Forschungen für die pathologischen Bildungen und Processe bewährt.

Das um jene Zeit wieder erwachte, durch die Zellenlehre mit zahllosen neuen Problemen befruchtete Studium der niedersten Orga-

nismen und ihrer Lebenserscheinungen hatte die von der alten Systematik gezogene Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich beseitigt. Die hauptsächlich durch mikroskopische Beobachtung festgestellte principielle Übereinstimmung in den elementaren Lebenserscheinungen, im Wachsthum, in der Ernährung, in der Bewegung, in der Reizbarkeit der verschiedenen Zellen der verschiedenen Pflanzen und Thiere, hatte mit der Überzeugung von der Einheit der gesammten organischen Natur eine feste Grundlage geschaffen für eine allgemeine Biologie, für eine Pflanzen und Thiere, Gesundes und Krankes gleichmässig umfassende organische Naturwissenschaft.

Durch die Wiederbelebung und Vertiefung der Descendenztheorie durch Darwin war von dem bis dahin scheinbar hoffnungslosen Problem der Entstehung der Arten gleichsam der Schleier weggenommen, und mit einer Fülle der erstaunlichsten Fernblicke in alle Gebiete menschlicher Erkenntniss zugleich der causalen Erforschung der organischen Gestalten ein leitendes Princip von unerhörter Fruchtbarkeit gegeben.

Auf der anderen Seite war durch die, gleichfalls einer consequenten Anwendung der genetischen Methode zu dankende Wiederentdeckung und strenge Begründung des Gesetzes der Erhaltung der Energie durch J. R. Mayer und H. von Helmholtz die Einheit aller materiellen Vorgänge an's Licht gezogen und damit der ursächliche Zusammenhang zwischen den elementaren Vorgängen innerhalb der einzelnen Organismen, wie die causalen Beziehungen zwischen den Processen in der belebten und der unbelebten Natur auf's Herrlichste erleuchtet worden. Die Möglichkeit einer Ableitung der Lebenserscheinungen aus den allgemeinsten Bedingungen alles Naturgeschehens schien hierdurch zur Gewissheit geworden, und jedenfalls war für die physikalisch-chemische Erforschung der Lebensvorgänge ein leitendes Princip gefunden, dessen Fruchtbarkeit sich bereits in zahlreichen Fällen auf's Glänzendste bewährt hatte und das bei jedem neuen Problem eine absolut zuverlässige Stütze und Führung zu gewähren versprach.

Inzwischen hatte die fortgeschrittene chemische und physikalische Experimentirkunst der Physiologie bereits eine Reihe der wichtigsten Hülfsmittel zur exacten Lösung früher unzugänglicher Aufgaben geliefert. Liebig hatte die organische Elementaranalyse geschaffen, die Gasanalyse war durch Magnus und R. Bunsen der Physiologie in erhöhtem Maasse dienstbar gemacht. Kirchhoff und Bunsen's Spectralanalyse enthüllte täglich neue Geheimnisse. Durch Einführung der graphischen Methode war es Ludwig und Helmholtz gelungen, die flüchtigsten Lebensvorgänge in ihrem Verlaufe gleichsam zu fixiren und der mathematischen Zergliederung zugänglich zu machen; Helmholtz

hatte die feinsten zeitmessenden Methoden zur Bestimmung der Geschwindigkeit der Reizleitung in Nerv, Muskel und Centralorgan zu verwenden gelehrt, und endlich Emil du Bois-Reymond die elektrische Methodik geschaffen und damit der exacten Forschung ein ungeheures Feld von fundamentalen Lebenserscheinungen erobert.

Bei einer solchen Lage der Dinge bot sich der Untersuchung eine unerschöpfliche Fülle von neuen, fruchtverheissenden Aufgaben. Es galt nur hineinzugreifen und an der Hand der grossen leitenden Gedanken, mit Benutzung und Ausbildung geeigneter Methoden, seine Kräfte zu versuchen.

Da ich durch die mikroskopische Beobachtung der niedersten Thierwelt, speciell der Infusorien, zum Studium der Lebensvorgänge gekommen war und das Glück gehabt hatte, im Anfang meiner Laufbahn durch Julius Victor Carus, Carl Gegenbaur und Albert von Bezold auf die wesentlichen Aufgaben und Methoden biologischer Forschung nachdrücklichst hingewiesen zu werden, war mir die vergleichende, auf Beobachtung und Experiment gegründete Erforschung der Lebenserscheinungen der Elementarorganismen und Gewebe besonders nahe gelegt. Das Mikroskop hatte die Kenntniss vom Bau der Zellen und der Gewebe der Thiere und Pflanzen in der erstaunlichsten Weise zu bereichern angefangen, jeder Tag, jeder Blick fast in's Mikroskop enthüllte neue Structurgeheimnisse. Die physiologische Bedeutung dieser Structuren zu ermitteln, ihre Leistungen und Veränderungen unter dem Einfluss natürlicher und künstlicher Bedingungen durch Beobachtung und Experiment festzustellen, musste als eine der wichtigsten Aufgaben erscheinen. Denn nur auf diesem Wege war eine tiefere Einsicht in die Functionen der gröberen Organe und damit in das Leben des Gesammtorganismus möglich, welches ja schliesslich doch nur die Summe der Wirkungen der kleinsten zusammensetzenden Theile ist und also aus diesen abzuleiten sein muss.

Der mikroskopischen Anatomie der lebendigen Formen musste eine Mikrophysiologie zur Seite gesetzt werden. Dazu bedurfte es eigener Methoden. Denn es war nöthig, die mikroskopisch kleinen Elementarorganismen und ihre Elementarorgane, wo immer möglich während des Lebens selbst, unter den verschiedensten planmässig qualitativ und quantitativ zu variirenden Bedingungen der Beobachtung und dem Versuch zu unterwerfen. Wo die Beobachtung unter den natürlichen Bedingungen nicht wohl möglich war, wie bei vielen Gewebselementen höherer Thiere, mussten entweder diese Bedingungen künstlich ausserhalb des Körpers realisirt werden, oder es mussten die lebenden Elemente unter verschiedenen physiologischen Bedingungen an Ort und Stelle mit Erhaltung ihrer feinsten Structur getödtet

und gleichsam in den verschiedenen Phasen ihrer lebendigen Thätigkeit fixirt und so der mikroskopischen Untersuchung zugänglich gemacht werden. Die von der Physik und Chemie überlieferten Hülfsmittel mussten allen diesen Zwecken angepasst werden und da, wo sie nicht genügten, zu höherer Empfindlichkeit ausgebildet oder durch ganz neue Verfahren ersetzt werden.

Es würde zu weit führen, hier die einzelnen mikrophysikalischen, mikrochemischen und mikrobiologischen Methoden und Hülfsmittel zu nennen, die sich aus diesem Bedürfniss entwickelt haben. Ihnen ist es zu einem grossen Theile zuzuschreiben, wenn wir heute, dank dem Zusammenwirken Vieler, in fundamentale Lebensvorgänge, wie Muskelzusammenziehung, Drüsenabsonderung, Wachsthum, Fortpflanzung, Befruchtung, um nur diese zu nennen, weit tieferen Einblick als vor einem Menschenalter erlangt haben. Die weitere Verfolgung dieses Weges verspricht noch unabsehbare wichtige Aufschlüsse, besonders wenn dabei der vergleichenden und genetischen Forschung die ihr gebührende leitende Stellung mehr und mehr eingeräumt werden wird.

Bei dem innigen Zusammenhang aller Probleme in der Physiologie ist der Schritt von dem einen Gebiet auf ein anderes häufig genug nahe gelegt und wird es dem Physiologen immer erlaubt, häufig sogar geboten sein, sich in mancherlei scheinbar auseinanderlaufenden Richtungen zu bewegen, ohne dass er darum fürchten müsste, sich den Vorwurf des »multa non multum« zuzuziehen. Und so möge es auch mir gestattet sein, von diesem Rechte weiterhin Gebrauch zu machen in der Hoffnung, damit einen Theil der Ehrenschuld abtragen zu können, welche die Aufnahme in diese Akademie mir auferlegt.

Der Vorsitzende, als Secretar der physikalisch-mathematischen Classe, antwortete:

Mit Recht haben Sie, Hr. Engelmann, den Zusammenhang der elementaren Vorgänge, die sich in jedem einzelnen Organismus abspielen, unter einander, sowie die causalen Beziehungen zwischen den Vorgängen in der belebten und unbelebten Natur betont! Es ist die hohe Aufgabe der Physiologie dieses an das Licht zu bringen. Dass dabei ein Zurückgreifen auf die — nach unserm Wissen — am einfachsten organisirten Lebewesen und ein volles Verständniss der grossen morphologischen Probleme, welche unsere Zeit bewegen, nothwendig war, hat wohl kaum Jemand unter Ihren Fachgenossen so klar erkannt und durch die Wahl seines Arbeitsfeldes in so eindringlicher Weise bethätigt, wie Sie es gethan haben. Ich irre wohl nicht, wenn ich hier zum Theil den Einfluss von Männern, wie Karl Gegenbaur und Ernst Haeckel, welche in Jena, neben Ihrem leider so früh hin-

geschiedenen Schwager Albert von Bezold, Ihre Lehrer waren, erblicken darf.

Vor Allem sind es die Gesetze der Bewegungen der lebendigen Substanz in ihrer einfachsten und höchsten Ausbildung, vom Zellprotoplasma bis zur hochdifferenzirten, wesentlich für motorische Zwecke eingerichteten Maschine der gestreiften Muskelfaser, gewesen, welche Ihre unerschöpfliche Arbeitskraft auf das Lebhafteste angezogen haben. Dabei schliessen Sie vielfach an das Lebenswerk Ihres unvergesslichen Vorgängers im Lehramte, Emil du Bois-Reymond's an, dessen Gedächtniss wir alsbald von Ihnen werden würdigen hören, und der vor 14 Jahren mich an dieser Stelle begrüsste, von der aus ich heute die Ehre habe, Sie Namens unserer Akademie willkommen zu heissen.

Vom Studium der Bewegungen der einfachsten Lebewesen, der Protozoen und Protophyten, gingen Sie aus; Sie gingen auf die Bewegungen des Protoplasmas der Metazoen über und studirten insbesondere die Flimmerbewegung, überall unter Benutzung neuer Methoden. Mit hohem Interesse muss beim Studium dieser Ihrer Arbeiten der Morpholog sowohl, wie der Chemiker und Physiker wahrnehmen, dass Sie nach allen Seiten hin reichen Gewinn aus ihren Untersuchungen zu schöpfen wissen. So knüpft an Ihre Untersuchungen über die Infusorien unsere erste genauere Kenntniss der so überaus wichtigen Befruchtungs- und Fortpflanzungsvorgänge dieser Protozoen an. Das Studium der Bakterien führt Sie zu äusserst feinsinnigen Beobachtungen über die Einwirkungen des Lichtes auf diese Geschöpfe; nur mit grösstem Interesse wird Jeder Ihre Arbeit über das von Ihnen entdeckte und nach seiner ausserordentlich hohen Reizempfänglichkeit für das Licht von Ihnen so benannte Bacterium photometricum lesen können. Angeregt durch diese Erfahrung prüfen Sie auch den Einfluss des Lichtes auf die Netzhaut und machen mit Ihrem Schüler van Genderen die Entdeckung, dass das Licht eine Bewegung der Netzhautzapfen zu Wege bringt, und zwar nicht nur, wenn es dasselbe Auge trifft, sondern auch, wenn das andere Auge oder gar nur die übrige Körperoberfläche belichtet wird. Es ist dies unstreitig eine Thatsache von fundamentaler Bedeutung, und es hängen vielleicht mit ihr die centrifugal zur Retina verlaufenden Opticusfasern zusammen, welche jüngst von Ramón y Cajal und Dogiel nachgewiesen worden sind. — Ferner zeigen Sie, wie man die Bakterien benutzen kann, um die Anwesenheit kleinster Sauerstoffmengen zu erkennen, und anderes in ähnlicher Art.

Aber unverrückt behalten Sie dabei Ihr grosses Ziel, die Erforschung der Bewegungsvorgänge, im Auge. Sie suchen, gestützt auf histologische und physikalische Untersuchungen und Betrachtungen,

wobei wieder vieles Neue nebenher gewonnen wird, zu einer klaren Vorstellung von der Ursache der Muskelcontraction zu gelangen, die Sie in einem an den kleinsten morphologischen Bausteinen der Muskelfasern sich abspielenden physikalischen Vorgange erblicken. Gegenwärtig sind Sie mit dem weiteren Ausbau Ihrer schon vor Jahren im Anschlusse an das Studium der Ureterenbewegung gewonnenen Vorstellung von der Fortpflanzung der Erregung in den Muskeln beschäftigt. Ihrer Ansicht zu Folge haben die Muskeln eine viel selbständigere Thätigkeit und Stellung, als man denselben bislang von den meisten Seiten her zugebilligt hatte; auch das Herz des Erwachsenen vermöchte noch ebenso ohne Nerven zu schlagen, wie das nach dem bisherigen Stande unseres Wissens das Herz jedes Embryo mehrere Tage unzweifelhaft vermag, wenn es seinen ersten Schlag begonnen hat. Sie sind damit in ein Forschungsgebiet eingetreten, welches seit den Tagen Albrecht von Haller's zu den bedeutendsten und schwierigsten Problemen der Physiologie gehört, und welches, wie begreiflich, die grösste Aufmerksamkeit auch der Vertreter der praktischen Medicin erregt.

Doch ich kehre noch einmal zu dem Ausgange Ihrer Studien, zu jenen einfachsten Lebewesen zurück, deren Erforschung Sie so werkthätig gefördert haben. Sie reihten sich damit würdig den grossen Söhnen des Landes an, das lange Jahre Ihnen eine zweite Heimat gewesen ist, und in dem Sie sich — wir empfinden das mit Genugthuung — ein dauerndes Andenken gesichert haben. Sie setzten dort das Werk eines Leeuwenhoek und eines Swammerdam zu einem Theile fort. Nun, wir freuen uns, dass Sie Ihrem Vaterlande wiedergewonnen werden konnten und meinen, dass vielleicht auch die Aussicht, in diese Akademie einzutreten, Sie mit bewogen haben möchte, dem an Sie ergangenen Rufe zu folgen. Wie dem auch sei, Sie finden hier lebendig das Andenken an Männer, die, wie Christian Gottfried Ehrenberg und Alexander Braun, bei Ihnen in guter Schätzung stehen werden, und wollen sich überzeugt halten, dass auch die Lebenden Ihrer Arbeit volle Würdigung entgegen bringen. Und so mag sich denn hier bald bei Ihnen das erhebende Gefühl des Besitzes einer Stätte frischer und fruchtbringender Wirksamkeit mit dem warmen und angenehmen Empfinden des Heimischen vereinen!

Es folgte die Antrittsrede des Hrn. Kekule von Stradonitz:

Die grosse Ehre, welche mir durch die Aufnahme in Ihre Mitte erwiesen ist, erfüllt mich mit dem lebhaftesten Dank. Aber die Sitte der Akademie gestattet dem neu eintretenden Mitgliede nicht, nur diese Empfindung des Dankes öffentlich auszusprechen; sie legt ihm

zugleich die weniger leichte Verpflichtung auf, sein persönliches Verhältniss zu der Wissenschaft, in der er seine Lebensaufgabe sieht, in kurzen Sätzen zu bezeichnen. Indem ich dies versuche, bin ich mir der Verantwortung und der Gefahr, die ein solcher Versuch mit sich bringt, völlig bewusst.

Seitdem die Archaeologie, die Geschichte und Auslegung der alten Kunst, wie Welcker dieses Studiengebiet umschrieb, wissenschaftlich betrieben wird, waren ihr niemals grössere, hoffnungsreichere, aber auch schwierigere Aufgaben gestellt, als in unseren Tagen. Als Geschichte der Kunst und auch im Sinne einer auf das Wesentliche gerichteten Auslegung ist die Archaeologie nicht älter als Winckelmann. Wie lückenhaft und trügerisch die Grundlagen waren, auf denen er den kühnen Bau seiner griechischen Kunstgeschichte und Kunstlehre aufführte, hat Winckelmann selbst nicht geahnt — zu unserem Glück, da unsere Litteratur sonst einer glänzenden schriftstellerischen Leistung und alle moderne Kunst- und Litteraturgeschichte des am mächtigsten vorwärts drängenden Antriebs entbehrt haben würde. Aber die Einsicht in das wahre Sachverhältniss konnte nicht ausbleiben. Noch Goethe hielt die Winckelmannischen Vorstellungen für abschliessend, während der junge Welcker die Unvollständigkeit in dem Plane der Winckelmannschen Kunstgeschichte rügte. Seine Kritik bezog sich auf die Art der Behandlung, die er, der sich ihm eröffnenden tieferen Auffassung des griechischen Alterthums entsprechend, tiefer, reicher und sinnvoller wünschte. Auffälliger waren bald die Mängel in dem Winckelmann zu Gebote stehenden Stoffe. Er kannte nur einen kleinen Bruchtheil der immer reicher zuströmenden unerschöpflichen Fülle von antiken Denkmälern aller Kunstgattungen, die wir heute überschauen, und nicht nur die Masse hat sich in's Unendliche vermehrt, sondern ihr absoluter Werth und ihre geschichtliche Bedeutung hat sich zu wundervoller, ungeahnter Höhe gesteigert.

Schon vor Winckelmann haben in ihrer Art grosse Gelehrte versucht, den ganzen ihnen zugänglichen Stoff zusammenzubringen; nach ihm hat zuerst Zoega die vollständige Sammlung und Sichtung einer bestimmten Denkmälergattung begonnen. Seitdem haben die grossen von der Akademie in's Werk gesetzten Inschriftsammlungen das Vorbild für ähnliche archaeologische Unternehmungen abgegeben, deren Gelingen vielfach von äusseren Bedingungen abhängig ist. Aber schon bei der ersten Aufnahme des Materials kommen dazu innere Schwierigkeiten, die sich in dem Maasse steigern, als von der Sammlung zur Sichtung und Verwerthung und endlich zu dem unvermeidlichen Versuch fortgeschritten wird, eine Einsicht in die höchsten Leistungen ganzer Epochen und der einzelnen Künstler zu gewinnen. Es macht sich dabei das

Element des persönlichen Empfindens geltend, das der Reiz und die Gefahr aller wissenschaftlichen Verfolgung grosser künstlerischer Leistungen ist — eine Gefahr, die niemals ganz überwunden und nur durch unablässige bescheidene Arbeit an der Ausbildung des eigenen künstlerischen Empfindens und Verstehens vermindert werden kann. Und diese Ausbildung ist schwerlich zu erreichen ohne ein liebevolles Eingehen in die Schöpfungen späterer gleichwerthiger Blüthezeiten und ohne freudige Theilnahme an der lebendigen Kunst. Ebenso ist die Auslegung nicht weniger von der Bewahrung eines einfachen Sinnes für die künstlerische Formensprache abhängig als von der Möglichkeit, lange Reihen gleichartiger Denkmäler zu überschauen, wodurch allein ein Urtheil über die Selbständigkeit der bildlichen Tradition und ihr engeres oder weiteres Verhältniss zur Poesie zu erreichen ist.

Die Archaeologie in ihrer heutigen weit ausgreifenden Entwickelung stellt so viele und mannigfache Aufgaben auf so verschiedenen Gebieten, dass jeder treue Arbeiter hoffen darf zu nützen, wofern er sich der Grenzen des eigenen Könnens bewusst bleibt und Zusammenhang und Zweck des Ganzen nicht aus dem Auge verliert. Die Ziele, welche ich hervorhob, zu verfolgen, habe ich mich, nach dem bescheidenen Maass meiner Kräfte, bemüht —, durch eigene Versuche und durch eine langjährige eifrige Lehrthätigkeit. Es war für mich eine hohe Genugthuung, dass ich, mit gleichgesinnten Freunden, bei dem mit der Akademie eng verbundenen archaeologischen Reichsinstitut für den Plan einer systematischen Gesammtaufnahme aller antiken Denkmäler, in den Formen, die damals allein möglich schienen, wirken und selbst Hand anlegen konnte. Mit dem Gefühl tiefen Dankes schaue ich zurück auf die Hülfe und Förderung, die ich für meine Ausbildung gefunden habe. Ich hatte das Glück nach einander meinen Lehrern Friederichs, Gerhard, Brunn, hernach O. Jahn und Schnaase nahe zu treten, und ich bin zeitweilig empfangenen Lehren und Anregungen eifriger gefolgt, als ich es jetzt für richtig halte. Als ein nicht minderes Glück betrachte ich es, dass ich den Anlass hatte, mich in die grossartige wissenschaftliche Persönlichkeit Welcker's zu versenken und gerade an der Stelle zuerst lehrend zu lernen, an der Welcker und O. Jahn den archaeologischen Studien das Gepräge gegeben hatten. Zuletzt endlich ist es mir vergönnt worden, dass ich, ohne auf den Beruf des Lehrers zu verzichten, hier in Berlin und von hier aus an der Ausgestaltung der Kunstmuseen, an der Beschaffung und Aufdeckung vorher unbekannter Denkmäler der antiken Kunst mitwirken kann —, dem Theile der archaeologischen Thätigkeit, in dem sich die Fortschritte unserer Wissenschaft am auffälligsten vollziehen und der vom Wechsel des persönlichen Meinens und Empfindens unabhängig und

unberührt bleibt. In allen diesen Bestrebungen wird mich die Zugehörigkeit zu einer Körperschaft stärken und erheben, der als einziges Ziel die Pflege der lauteren, von allen Nebenzwecken freien Wissenschaft gesteckt ist.

Hr. Diels, als Secretar der philosophisch-historischen Classe, antwortete:

Indem ich Sie, geehrter Herr College, in unserer Mitte herzlich willkommen heisse, habe ich die Empfindung, zu einem Manne zu sprechen, der schon längst der unsere ist. Ich meine nicht nur jene gemeinsamen Bande, die Sie als Mitglied der Central-Direction des archaeologischen Instituts mit uns verbinden, ich meine vor Allem Ihre wissenschaftliche Leistung und Gesinnung, die Sie zum Akademiker gemacht haben lange bevor die Umstände gestatteten, Sie in unsere Körperschaft aufzunehmen. Bekennt sich doch Ihr Schlusswort zu der Auffassung von Wissenschaft, die als akademische immer und überall festgehalten worden ist, seitdem zuerst vor mehr als zweitausend Jahren Platon im Haine des Akademos Genossen warb zu gemeinsamer wissenschaftlicher Arbeit. Sein scharf formulirtes Programm hat für immer die selbstgefällige, spielerische Scheinweisheit der Sophistik und die selbstverleugnende harte Arbeit im Dienste der Wahrheit von einander geschieden.

Zu dieser harten Arbeit hat Sie die classische Philologie erzogen. Aber die Zeiten waren vorüber, wo Eine Kraft die beiden mächtig sich entwickelnden Zweige der Alterthumskunde noch wissenschaftlich gleichzeitig umspannen konnte. Brunn's Künstlergeist hatte die Archaeologie zur Selbständigkeit entwickelt und in Ihnen die verwandte Saite getroffen. Seiner Anregung folgend entwickelten Sie den Begriff des Typus in der griechischen Kunst an anschaulichen Beispielen. Aber Sie blieben nicht in des verehrten Lehrers energischer Einseitigkeit befangen. Als Sie nach langjährigem Aufenthalte im Süden, erfüllt von den Eindrücken der antiken wie der wiedergeborenen Kunst in die Heimat zurückkehrten, traten Sie in Bonn in den Wirkungskreis Welcker's, der von seinen Zeitgenossen nicht voll gewürdigt, erst durch Sie, seinen Biographen und Diadochen, unserer Generation (ich darf es dankbar bekennen) nahe gebracht wurde. Ganz in dem umfassenden Sinne dieser Bonner Tradition war es, dass Sie der nun selbständig gewordenen archaeologischen Wissenschaft die engste Fühlung mit der älteren Schwester vorschrieben. So haben Sie die akademische Jugend erzogen, so den wissenschaftlichen Klein- und Grossbetrieb geleitet. Wenn sich auch der Corpus-Gedanke, der sich auf dem Schwestergebiete glänzend bewährt hatte, nicht ohne Schwie-

rigkeit auf dem archaeologischen durchsetzen liess, so zeigte sich doch in Ihrer Anregung, Mitarbeit und Leitung Ihr angeborenes organisatorisches Talent, das Sie nach Ihrer Berufung an das hiesige Museum vor noch mächtigere und umfangreichere praktische Aufgaben, namentlich auf dem Gebiete der Ausgrabungen, stellte.

Unser unvergesslicher Curtius hat diese neue Epoche der Archaeologie, die Wissenschaft vom Spaten, bei uns durch ein glänzendes und vornehm durchgeführtes Muster inaugurirt. Auf Olympia folgte Pergamum; Troja und Mykene erstanden. Unsere Erfolge haben den Wetteifer der Nationen, die uns auf diesem Gebiete vorangegangen waren, heftig angestachelt. Wir dürfen die rasch erworbenen Lorbeeren nicht verwelken lassen. So hoffen wir, dass dem Manne, der im Verein mit Humann und jüngeren Forschern die Agora von Magnesia blossgelegt und in Priene ein hellenistisches Pompeji aufgedeckt hat, auch das Grössere gelingen wird, nach dem er jetzt die Hand ausstreckt. Es gilt die Blüthe altionischer Cultur aus dem Alluvium der Jahrtausende wiederzuerwecken und damit eine der empfindlichsten Lücken der gesammten Alterthumswissenschaft zu füllen.

Die Akademie kann an den Arbeiten der Praxis nicht selbst Antheil nehmen, aber sie weiss es zu schätzen, dass durch ihre Mitglieder, welche an der Spitze unserer hervorragenden Institute stehen, ein stetiger Strom frischen Quellwassers ihrer theoretischen Arbeit zugeführt wird. Je subjectiver und speculativer nothgedrungen eine Wissenschaft sein muss, die den feinsten Regungen der künstlerisch gestaltenden Menschenseele nachspürt und nachempfindet, um so unerlässlicher ist ihre beständige Controlle durch die Thatsachen, die in stets zunehmender Fülle dem Boden der Erde entsteigen. Trotz dieser stärkeren praktischen Bethätigung werden Sie (dafür bürgt Ihre ganze Lebensarbeit) das letzte Ziel nicht aus dem Auge lassen, das uns hier zu gemeinsamer Arbeit vereinigt, vorzudringen durch die verwirrende Menge der Thatsächlichkeiten und Zufälligkeiten zu dem Typischen und Gesetzmässigen, das alles Werden in Natur und Geist erklärt und bedingt.

Ferner wurden Gedächtnissreden auf zwei der in den letzten Jahren verstorbenen Mitglieder der Akademie gehalten, von Hrn. Engelmann auf Emil du Bois-Reymond und von Hrn. Dümmler auf Wilhelm Wattenbach. Dieselben werden in den Abhandlungen der Akademie erscheinen.

Schliesslich verkündete der Vorsitzende die Ergebnisse der letzten Ausschreibung des akademischen Preises von 1894, welcher für 1902 erneuert wird, des Preises des Eller'schen Legates von 1892, welcher für 1903 erneuert wird, den neuen akademischen Preis für 1901 und den Beschluss der philosophisch-historischen Classe bezüglich der Eduard Gerhard-Stiftung.

Akademische Preisaufgabe für 1902.

Nachdem die in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1894 gestellte akademische Preisaufgabe keinen Bewerber gefunden hat, wird sie in folgender etwas abgeänderter Weise wiederholt:

»Sei $f_1(z), f_2(z), \dots f_n(z)$ ein Fundamentalsystem von Integralen einer linearen homogenen Differentialgleichung mit algebraischen Coefficienten.

Es soll die Function z der Variablen $\frac{u_2}{u_1}, \frac{u_3}{u_1}, \dots \frac{u_n}{u_1}$, welche durch die Gleichung

$$u_1 f_1(z) + u_2 f_2(z) + \dots + u_n f_n(z) = 0$$

definirt ist, einer eingehenden Untersuchung unterworfen werden. Insbesondere ist für den Fall, dass z eine endlichwerthige Function wird, eine Darstellung derselben zu ermitteln. Hieran ist die Erörterung der Frage anzuschliessen, inwieweit diese besonderen Functionen für die Integration der linearen Differentialgleichungen n^{ter} Ordnung verwerthet werden können.«

Der ausgesetzte Preis beträgt fünftausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1901 im Bureau der Akademie, Berlin NW. 7, Universitätsstr. 8, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1902.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr

lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat.

In der Sitzung vom 30. Juni 1892 hat die Akademie folgende Preisaufgabe ausgeschrieben:

»Es soll entweder eine neue Methode zur Bestimmung der Intensität der Sonnenstrahlung angegeben oder eine der bereits bekannten Methoden soweit verbessert werden, dass sich der Einfluss von Sonnennähe und Sonnenferne in den Beobachtungen unzweideutig erkennen lässt.

Die gewählte Methode soll durch ausreichende, mindestens drei Perihelien und drei Aphelien umfassende Beobachtungsreihen geprüft werden.«

Es ist keine Bewerbungsschrift eingelaufen.

Die Akademie hat beschlossen, die gestellte Aufgabe zu erneuern und zwar in der folgenden Form:

»Es soll eine neue Methode zur Bestimmung der Solarconstante angegeben, oder eine der bekannten Methoden soweit verbessert werden, dass in den zu verschiedenen Zeiten des Jahres angestellten Beobachtungen der Einfluss der veränderlichen Entfernung zwischen Sonne und Erde unzweideutig erkennbar ist.

Die gewählte Methode soll durch ausreichende, mindestens drei Perihelien und drei Aphelien umfassende Beobachtungsreihen geprüft werden.«

Der ausgesetzte Preis beträgt zweitausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1903 im Bureau der Akademie, Berlin NW. 7, Universitätsstrasse 8, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1904.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Akademische Preisaufgabe für 1901.

»Die Akademie wünscht eine Darstellung des Systems von Leibniz, welche in eindringender Analyse der Grundgedanken und ihres Zusammenhangs, sowie in der Verfolgung ihrer Quellen und allmählichen Entwickelung über die bisherigen Darstellungen wesentlich hinausgeht. Obgleich diese beiden Ziele bei jeder Lösung der Aufgabe in gewissem Maasse mit einander verknüpft werden müssen, bleibt es doch den Bearbeitern überlassen, welches von beiden sie mehr in den Vordergrund stellen wollen.

Bei der Darstellung des ausgebildeten Systems sind vor Allem die Abhängigkeitsverhältnisse zwischen den Hauptsätzen durch Belege festzustellen und hierbei thunlichst alle von Leibniz gepflegten Gebiete zu berücksichtigen. Deductive Erwägungen sollen ergänzend eintreten, wo die auffindbaren Belege den Zusammenhang nicht ausreichend erkennen lassen.

Analoges gilt von der entwickelungsgeschichtlichen Seite der Aufgabe. Die gedruckt vorliegenden Quellen sollen auch hierbei so vollständig als möglich ausgenützt und der Spielraum blosser Constructionen möglichst eingeschränkt werden. Ein Zurückgehen auf Leibnizens handschriftlichen Nachlass, wie es zur vollständigen Lösung des Problems allerdings unentbehrlich wäre, kann aus äusseren Gründen nicht verlangt werden, doch werden selbstverständlich Beiträge nach dieser Richtung willkommen sein.«

Der ausgesetzte Preis beträgt fünftausend Mark. Die Akademie behält sich vor, einer etwa eingehenden zweiten, von ihr preiswürdig befundenen Arbeit ein Accessit von dreitausend Mark zu ertheilen.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefasst sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äusserlich zu wieder-

holen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1900 im Bureau der Akademie, Berlin NW. 7, Universitätsstr. 8, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1901.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Eduard Gerhard-Stiftung.

Von der für dieses Jahr verfügbaren Summe von 9800 Mark sind 6800 Mark dem Dr. Wiegand, commissarischem Director an den Königlichen Museen in Smyrna, zur Vollendung und Herausgabe seiner Bearbeitung der archaischen Architektur der Akropolis von Athen bewilligt. Über den Rest wird im nächsten Jahre zusammen mit dem neuen Jahresstipendium von rund etwa 2400 Mark zu verfügen sein.

Bewerbungen sind vor dem 1. Januar 1899 im Bureau der Akademie, Berlin NW. 7, Universitätsstr. 8 einzureichen.

Ausgegeben am 7. Juli.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.


3 9015 02778 7723

